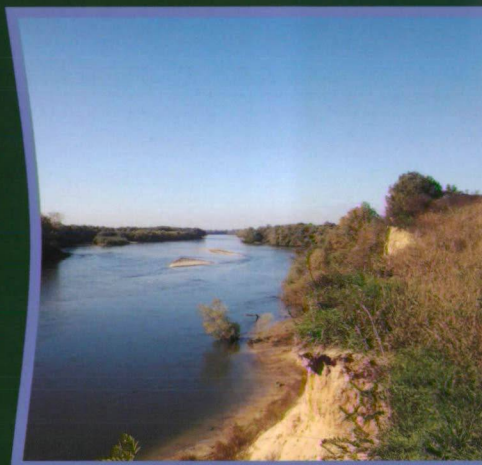
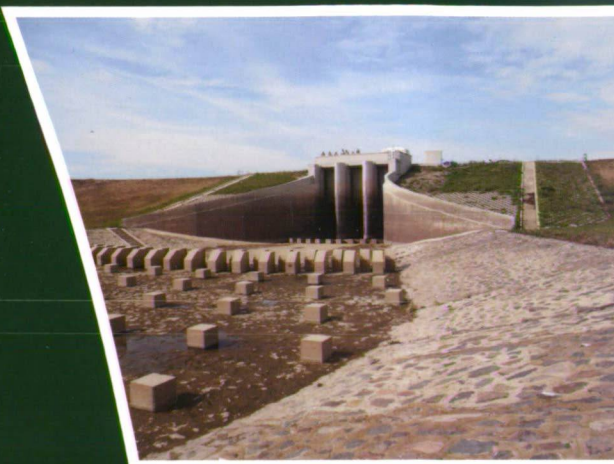


# TOVÁBB EGY ZÖLDEBB ÚTON

A Szegedi Tudományegyetem  
Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport  
részvétele a ZENFE programban  
(2013-2015)

Szeged  
2015



X 208. 616

# **TOVÁBB EGY ZÖLDEBB ÚTON**

**A Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport  
részvétele a ZENFE programban (2013-2015)**



**SZEGED  
2015**



## Szerkesztő

Rakonczai János, Blanka Viktória, Ladányi Zsuzsanna

SZTE Klebelsberg Könyvtár  
Egyetemi Gyűjtemény  
2.

HELYBEN  
OLVASHATÓ

© Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, 2015  
Minden jog fenntartva

SZTE Klebelsberg Könyvtár



J001094114



ISBN 978-963-306-361-3

## Nyomda

Generál Nyomda Kft. Szeged

## Kiadó

Szegedi Tudományegyetem, Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport

X 208616

*A kutatást a TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0012 projekt támogatja.*



Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



# TARTALOMJEGYZÉK

|  |     |
|--|-----|
| Zöld Energia Felsőoktatási Együttműködés (ZENFE) .....   | 5   |
| <i>Rákhelyi Gábor</i>  |     |
| Az SZTE földrajzi és földtani tanszékcsoport eredményei a ZENFE programban .....                                     | 15  |
| <i>Rakonczai János</i>   |     |
| Naperőmű termelésbecslése rövidtávú időjárás előrejelző modell segítségével .....                                    | 27  |
| <i>Gál Tamás – Mucsi László</i>  |     |
| A talajnedvesség kiszámítása passzív távérzékelési adatok alapján.....   | 32  |
| <i>van Leeuwen Boudewijn – Szécsényi Ákos</i>  |     |
| Üzemlátogatások a környezetvédelmi képzések színvonalának emelése érdekében .....                                    | 40  |
| <i>Barta Károly – Rakonczai János</i>  |     |
| A magyar geotermikus adatbázis (MGA).....  | 46  |
| <i>Pál-Molnár Elemér – Kóbor Balázs – Medgyes Tamás – Batki Anikó –<br/>Perleusz Dávid – Kárnyáczki Éva Brigitta</i> |     |
| A kiskunsági édesvízi mészkő és dolomit képződmények kialakulásának genetikai és<br>kronológiai keretei .....        | 57  |
| <i>Sümegei Pál</i>   |     |
| Szeged közterületi faállományának vizsgálata .....   | 67  |
| <i>Gulyás Ágnes – Kiss Márton – Takács Ágnes – Varga Levente – Makra László</i>                                      |     |
| A szélerózió érzékenység klímaváltozáshoz köthető változásának vizsgálata<br>Magyarországon .....                    | 80  |
| <i>Mezősi Gábor – Blanka Viktória – Ladányi Zsuzsanna – Bata Teodóra</i>   |     |
| Mezőgazdasági területek felporzás okozta potenciális környezet-egészségügyi hatásai..                                | 90  |
| <i>Farsang Andrea – Szatmári József – Barta Károly – Bartus Máté – Nádasi János</i>                                  |     |
| Lumineszcens kormeghatározást segítő adatbázis kialakítása és fejlesztése.....                                       | 97  |
| <i>Sipos György – Tóth Orsolya – Földvári-Nagy Dóra – Páll Dávid Gergely – Filyó<br/>Dávid</i>                       |     |
| Szegedi Tudományegyetem oktatási vonzáskörzetének értékelése a környezettani képzés<br>példáján.....                 | 103 |
| <i>Kovács Ferenc</i>   |     |

|   |     |
|---|-----|
| A Szeghalomi kistérség vidékfejlesztési lehetőségeinek értékelése .....   | 113 |
| <i>Hegedűs Gábor – Nagy Imre</i>  |     |
| Egészségügyi problémák a leghátrányosabb helyzetű kistérségekben dél-dunántúli tapasztalatok alapján .....                      | 120 |
| <i>Pál Viktor</i>   |     |
| Aprófalvak kihalása és/vagy megmaradása Magyarországon .....  | 126 |
| <i>Bajmócy Péter – Makra Zsófia</i>   |     |
| Az életminőség területi különbségeinek néhány mérési lehetősége .....   | 135 |
| <i>Boros Lajos – Sági Mirjam</i>  |     |
| Légifelvételezéssel támogatott környezeti monitoring. Esettanulmány a leégett bugaci ősbórókás területén .....                  | 142 |
| <i>Tobak Zalán – Szatmári József</i>  |     |
| A felszínborítás és tájmintázat változása, mint az antropogén környezetváltozások indikátorai .....                             | 154 |
| <i>Szilassi Péter</i>   |     |
| A Dráva menti ártéri élőhelyek átalakulása .....  | 164 |
| <i>Kiss Tímea – Andrási Gábor</i>   |     |
| A ZENFE (Zöld Energia Felsőoktatási Együtműködés) keretében az energia hasznosulás javítása érdekében végzett vizsgálatok ..... | 173 |
| <i>Gálfi Márta – Radács Marianna – Molnár Zsolt – Pálföldi Regina – László Anna – Juhász Anna – Miczák Péter – Rác László</i>   |     |





# ZÖLD ENERGIA FELSŐOKTATÁSI EGYÜTTMŰKÖDÉS (ZENFE)

Rákhely Gábor\*

## 1. A projekt célja és tevékenységei

Az Új Széchenyi Terv középpontjában a foglalkoztatás dinamikus bővítése, a pénzügyi stabilitás fenntartása, a gazdasági növekedés feltételeinek megteremtése, valamint hazánk versenyképességének javítása áll. A tízéves gazdaságstratégia kijelöli azokat a kitörési pontokat és a hozzájuk kapcsolódó programokat, amelyek biztosítják Magyarország hosszú távú fejlődését. Jelen pályázat az Új Széchenyi Terv (ÚSZT) nevesített kitörési pontok közül elsősorban a Zöldgazdaság-fejlesztési Programhoz valamint közvetve a Tudomány-Innováció Programhoz, az Otthonteremtési Programhoz és a Foglalkoztatási Programhoz.

Egy fenntartható jövőt megalapozó gazdasági modellben az energiatakarékosság, az energiahatékonyság, a megújuló energiaforrások fokozott felhasználása és a saját erőforrások előtérbe helyezése meghatározó jelentőségű. Ezek a logikailag egymásból következő lépések – összefüggő és következetes gazdasági modellbe ágyazva – megfelelő válaszokat adhatnak olyan kérdésekre, hogy miként fogunk szembenézni a globális klímaváltozással a gazdasági, társadalmi fejlődésre gyakorolt hatásaival, a nem fenntartható növekedéssel, a világszerte növekvő energiaigényekkel, a fosszilis energiahordozók árának kiszámíthatatlan változásával. Ezek a hatások és következményeik cselekvésre késztetik a világot, az uniós tagállamokat és természetesen Magyarországot is. Az összefüggések átfogó vizsgálata, a nemzeti erőforrások feltárása, értékelése és a zöldgazdaság eszközrendszere olyan keretet ad a formálódó új gazdasági modellnek, amelybe a zöldgazdaság-fejlesztés szervesen illeszkedik. *A konzorcium szereplőivel való intézményes együttműködésre építve célunk, hogy számottevően növekedjen a zöldenergia-ipar tudásbázisa.*

A Társadalmi Megújulás Operatív Program az Új Széchenyi Terv átfogó céljaihoz, a foglalkoztatás bővítéséhez és a tartós növekedéshez elsősorban a munkaerőpiac kínálati oldalára irányuló intézkedésekkel, az emberi erőforrások fejlesztésével járul hozzá. A gazdaság rendelkezésére álló munkaerő-kínálat növekedésében rejlő lehetőségek csak akkor használhatók ki, ha növekszik az álláskeresési aktivitás, csökken a munkaerő-piaci és társadalmi diszkrimináció mértéke, javul az összhang a keresett és a kínált képzettségek, képességek között. A foglalkoztatás bővítéséhez tehát az aktivitás növelésén keresztül vezet az út. Ezért a Társadalmi Megújulás Operatív Program átfogó célja a munkaerő-piaci részvétel növelése. A fenti célt elsősorban az emberi erőforrások minőségének javításával, specifikus célok megvalósításán keresztül kívánja elérni, melyhez a foglalkoztatás, az oktatás és képzés, a szociális terület, az egészségügy, a kultúra és a közművelődés eszközrendszerére, továbbá antidiszkriminációs eszközökre egyaránt szükség van.

A TÁMOP 4. programok prioritásának céljai a felsőoktatás tartalmi és szervezeti fejlesztése a tudásalapú gazdaság kiépítése érdekében a felsőoktatás minőségének javítása az egész életen át tartó tanulással összhangban a felsőoktatás K+F+I+O

---

\*A projekt SZTE koordinátora

kapacitásainak bővítése a vállalkozásokkal való szerves együttműködés kiépítésének szolgáltatásban miközben több beavatkozás irányul a horizontális szempontok érvényesülésére a társadalmi, gazdasági és területi kohézió megteremtése érdekében. A prioritás az Európai Felsőoktatási és Kutatási Térséghez való csatlakozáshoz, a felsőoktatás versenyképességéhez, a bolognai szerkezetváltáshoz, és a tudásalapú gazdaság kihívásainak való megfeleléshez szükséges tartalom-, módszertan-, és szolgáltatásfejlesztést célozza meg: felsőoktatás és a munkaerőpiac kapcsolatának erősítése, intézményirányítás hatékonyságának növelése, kutatás-fejlesztési kapacitások bővítése, műszaki és természettudományi képzési terület kapacitásainak fejlesztése. Jelen pályázat alapvető indokoltságát éppen az adja, hogy öt felsőoktatási intézmény: a Debreceni Egyetem, a Károly Róbert Főiskola, a Nyugat-Magyarországi Egyetem, a Pécsi Tudományegyetem és a Szegedi Tudományegyetem a projekt által megcélzott területen (a zöld gazdaság – zöldenergia) a támogatás segítségével közösen elérhetik, hogy magas hozzáadott értékű képzési-szolgáltatási együttműködés valósuljon meg.

A TÁMOP Akciótervének specifikus célok közül jelen projekt szinte valamennyi rész cél megvalósítását célul tűzte. A Megvalósíthatósági Tanulmányban (későbbiekben MT) megfogalmazottak szerint az öt egyetem a projekt megvalósításával az Intézmény Fejlesztési Terveikben rögzített célok végrehajtásának támogatását kiemelten kezeli. Ennek érdekében célul tűztük ki a szinergiák feltárását, közös képzések indítási feltételeinek megteremtését, a munkaerő-piaci igényeknek megfelelő képzési fejlesztéseket. A projekt során megvalósuló szervezetfejlesztések lehetővé teszik a munkaerő-piaci elvárások megismerését, és az intézmények és a hallgatók számára folyamatos tájékoztatást nyújtanak az ágazat munkaerő-piaci szereplőinek pontos követelményeiről. A gyakorlati oktatás erősítése, a gyakorlati szakemberek bevonása képzéseinkbe, a közös karrierszolgáltatási adatbázis létrehozása segítik a képzéseink munkaerő-piaci igényekkel történő összehangolását. Tekintettel arra, hogy projektben résztvevő intézmények öt régiót fednek le, így a képzéseink összehangolásával biztosítani tudjuk, hogy egyetemeink szélesebb kisugárzással rendelkezzenek.

A projekt megvalósítása során kialakításra és bevezetésre kerül egy komplex kompetenciamérési modell, melynek segítségével felmérjük azt, hogy a képzés alatt hallgatóink milyen szintű kompetenciákkal bírnak, s azok hogyan fejleszthetők, valamint végzett hallgatóink milyen szintű kompetenciákkal kerülnek ki a munkaerő-piacra, illetve melyek azok a kulcsfontosságú kompetenciák, amelyeket a versenyszféra elvár a munkavállalóktól. A felmérés eredményei alapján olyan mentor- és tréningsszolgáltatásokat fejlesztünk ki, amely mind a hátrányos és mind a nem hátrányos helyzetű hallgatóinkat is segíti. Természetesen a horizontális célok érvényesülése a teljes célrendszer keretbe foglalja, hiszen mind a legmagasabb stratégiai, mind a legalacsonyabb operatív szinten érvényesíteni szükséges az esélyegyenlőség, a fenntarthatóság és a területi kohézió hármását.

A társadalmi és gazdasági fenntarthatóságot megalapozza az a tény, hogy a társadalomnak, illetve a helyi, regionális közösségeknek előreláthatóan hosszú távon szüksége van a vállalkozásokkal való hosszú távú együttműködésekre, illetve a lehetséges pályázati forrásokra alapozva az eredmény kivitelezéséhez és hosszú távú fenntartásához szükséges források is megalkothatóak.





A Zöld Energia Felsőoktatási Együttműködés (ZENFE) projekt célja, versenyképes, modern felsőoktatási együttműködés létrehozása az öt konvergencia régióban, annak érdekében, hogy a résztvevők kutatási-, oktatási, szolgáltatási tevékenységük összehangolásával bővítsék a zöldenergia-ipar tudásbázisát, és az ágazati igényeknek megfelelő tudással rendelkező hallgatót bocsássonak ki. Az ágazati felsőoktatási együttműködés, a ZENFE céljai szerint tehát a zöldgazdaság tudásalapú fejlesztését, azon belül a zöld energiagazdálkodás ismeretanyagának bővítését, intézményrendszerének korszerűsítését és az ágazati szereplők együttműködésének erősítését valósítja meg. Mindezek révén elérhető az ismeretanyagot birtoklók, használók számának növelésével a zöldgazdaság fejlesztése, a foglalkoztatás növelése, az ország gazdasági fellendítése és lakói életkörülményeinek javítása.

A két év alatt megvalósítandó ZENFE projekt hosszú távon megalapozza a zöldenergia-ipar tudásalapú fejlesztését. Az öt alapító magyarországi felsőoktatási intézmény: a *Debreceni Egyetem (konzorcium vezető)*, a *Nyugat-Magyarországi Egyetem*, a *Pécsi Tudományegyetem*, a *Szegedi Tudományegyetem* és a *Károly Róbert Főiskola*. A projekt során megvalósuló disszemináció és kommunikáció, mintegy mellékhatásként generálja a projektben résztvevő felsőoktatási intézmények versenyképességének növelését.

*Fontos célunk az, hogy a projektben résztvevő intézményekkel, valamint intézményeink külföldi partnereivel mélyítsük és szélesítsük a kapcsolatrendszerünket annak érdekében, hogy a későbbiekben az öt partnerintézmény pályázzon az FP8 és HORIZON 2020 konstrukciókban. A jövőben a közös pályázatok mellett a külföldi kapcsolatok az öt magyar egyetem hallgatói és oktatói számára kiváló lehetőséget jelenthetnek további szakmai és tudományos tapasztalatok megszerzéséhez.*

*A TÁMOP 4.1.1.C pályázat keretei között támogatott ZENFE pályázat teljes támogatási összege mintegy 1 275 mFt, melyből az SZTE részesedése 285 mFt. A megvalósítás időtartama 2 év (kezdés: 2013. 04.01., befejezés: 2015.03.31.)*

## **2. A projekt céljainak kapcsolódása az Új Széchenyi Terv céljaihoz és a Dél-Alföldi Régió fejlesztéspolitikájához**

A fejlett gazdaságokban alaptétel, hogy közvetlen állami forrásokból elsősorban az egyetemi minőségi képzést és az ahhoz kapcsolódó kutatást, valamint a nagy kockázatú, de nagy hozzáadott értéket prognosztizáló tudásalapú iparágak (vállalkozások) fejlesztési tevékenységét támogatják.

A magyar gazdaság számára az Európa fejlett államaihoz való felzárkózáshoz a gazdaság zöldítésének ösztönzése nélkülözhetetlen versenyképességi előnyt jelent, így ennek megfelelően kiemelt szerepe van az Új Széchenyi Tervben (ÚSZT) is. Az ÚSZT prioritásai közé tartozik az egyetemek képességeinek javítása, hogy érdemben, mérhetően hozzájárulhassanak a nemzetgazdasági stratégiai célok megvalósulásához.

A ZENFE projekt az ÚSZT négy fő programjához csatlakozik: közvetlenül a Zöldgazdaság-fejlesztési Programhoz, valamint közvetve a Tudomány-Innováció Programhoz, az Otthonteremtési Programhoz és a Foglalkoztatási Programhoz. A Zöldgazdaság-fejlesztési Program célkitűzései között szerepel, hogy az EU energia- és klímacsomagjának nyomán megszületett uniós Megújuló Energia Útiterv 2020-ra a



megújuló energiaforrások részarányának 20%-ra növelését (ezen belül a bioüzemanyagok vonatkozásában 10%-ot), továbbá 20%-os energiahatékonyság-növelést, és az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának – az 1990-es szinthez képest – 20%-os mérséklését tűzte ki. Így a ZENFE projekt célkitűzései közvetlenül kapcsolódnak a Zöldgazdaság-fejlesztési Program valamennyi prioritásához: Zöld energia – Energhatékonyág – Zöldoktatás, szemléletfórmálás – Zöld K+F+I. A Tudomány-Innováció Program új energetikai és környezetvédelmi K+F+I fejlesztések prioritás alapvető céljai között tűnik fel, a klímavédelmi célok elérése érdekében a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentése, a gazdaságos energiaellátás biztosítása, az ellátásbiztonság növelése, az import földgáz szerepének mérséklése, a megújuló energiahordozók fokozottabb alkalmazása, illetve az energiatakarékosság, az energiatelhasználás hatékonyságának növelése. Az ÚSZT szerint a fenti célok elérése érdekében olyan lépésekre van szükség, amelyekhez a kiemelten támogatott kutatás-fejlesztés nélkülözhetetlen. A ZENFE projekt szempontjából két megállapítást tartunk lényegesnek. Egyrészt Magyarországnak lehetősége és érdeke bekapcsolódni a közös EU-s kutatás-fejlesztési programokba. Az uniós projektek a közvetlen eredmények mellett lehetővé teszik a hazai energetikai kutatás nemzetközi beágyazódását, a nemzetközi kutatási eredményekhez való könnyebb hozzáférést, azok hazai felhasználását és az iparág fejlődését. Másrészt az energetikai innováció nem lehetséges a mainál jobb és hatékonyabb természettudományos és műszaki képzés nélkül. A ZENFE projekt a nemzetközi kapcsolatrendszerén keresztül képes a legmodernebb nemzetközi innovációkat integrálni, és az új eredmények beépülnek a műszaki felsőoktatásba is. Az Otthonteremtési Program célkitűzései között szerepel az építések és a felújítások támogatásánál az épület teljes primer energiatelhasználásának csökkentése, illetve alacsony szinten történő kialakítása. Meg kell határozni a primer energia számításakor figyelembe vehető tételeket (pl. fűtéshez használt energia, használati meleg víz előállításához szükséges energia) és szempontokat. A rendelkezésre álló eszközök (pl. megújuló energia alkalmazása, jó hőszigetelő képességgel rendelkező anyagok használata, minőségi gépészeti megoldások) komplex figyelembevétele szükséges. A projektben az SZTE által vállalt feladatok szorosan kapcsolódnak a régió fejlesztéspolitikájához is, melyet „A Dél-Alföldi Régió Stratégiai programja, 2011-2020” határoz meg. E stratégia 5.2. specifikus céljait az alábbi főbb pontokban foglalja össze:

- I. Az innovációs folyamatok feltételrendszereinek megteremtése és fejlesztése*
- II. Vállalkozások innovációs versenyképességének fejlesztése, megerősítése*
- III. Innovatív szereplők közti kapcsolatok megerősítése*

Fontos célként fogalmazódik meg, hogy: növekedjen a régió belüli kutatóhelyek és a vállalati szektor közötti K+F+I kooperációk száma és volumene a hídképző szervezetek közreműködésének erősödése mellett; azoknak a koordinációs mechanizmusoknak és információ megosztási platformoknak fejlesztése, amelyek erősítik az innovációs szereplők (intézmények, vállalatok) közötti együttműködéseket; a régió innovációra képes szervezetei meghatározó mértékben vegyenek részt a tudás-intenzív iparágak innovációs folyamataiban.



Emellett a projekt tökéletesen illeszkedik a 2020-ig tartó Stratégiai program alábbi prioritási pontjaihoz:

6.1.1. Kiemelt régiós innovációs ágazat: Biotechnológia

2. Zöld (agrár-élelmiszeripari) biotechnológia alszektor

Agromikrobiológia: Talaj biotechnológia: Olyan mikrobiológiai rendszerek fejlesztése, melyek komplex megoldásokat nyújtanak a mezőgazdaság és a környezetvédelem területén, és természetes módon biztosítják a talajok tápanyag szolgáltató képességét és javítják a termékenységet;

3. Fehér (ipari-környezetvédelmi) biotechnológia alszektor

A. bioalapú termékek, biofinomítás: Biomasszából organikus savak, ipari enzimek stb. környezetbarát, fenntartható módon történő előállítása különféle iparágak számára: vegyipari és gyógyszeripari alapanyagok, élelmiszer-alapanyagok, textil-alapanyagok, bioalapú műanyagok (biopolimerek), kenőanyagok stb.;

B. Bioenergia: Biomasszából energiahordozók előállítása: pl. biobrikett, biogáz, bioetanol, biobutanol, biodízel, biohidrogén.

C. Bioremediáció: Biológiai rendszerek (mikroorganizmusok) használata a környezet megtisztítására a (toxikus) szennyezőanyagoktól.

6.1.5 Agrárium és a kapcsolódó megújuló energetikai szektor

Az itt megfogalmazott célok teljes összhangban vannak a projektjavaslatban megfogalmazott víziókkal:

„Az agrárinnováció kiemelt kezelését több tényező is indokolja. Ezek közül a tényezők közül az egyik legfontosabb, hogy miként arra már a korábbiakban rámutattunk, a régió agrárjellegű, ezért a mezőgazdaság gazdasági (jövedelemtermelési, foglalkoztatási stb.) jelentősége várhatóan a közeljövőben is komoly marad. Az agrárinnováció kiemelt kezelését szintén indokolják az egyre erősödő környezetvédelmi szempontok. A fenntartható fejlődés aligha képzelhető el a fenntartható agrárium nélkül. A mezőgazdasághoz kapcsolódó megújuló energiaforrások ebből a szempontból különösen fontosak. Ezek fontosságát nem kizárólag csak a környezetvédelmi megfontolások adják, hanem a törekvés hazánk egyoldalú energiafüggőségének csökkentésére illetve az energiahordozók importjának kiváltására.”

### 3. A ZENFE program szerkezete

A pályázati kiírás célkitűzései alapjaiban meghatározták az öt felsőoktatási intézmény együttes részvételével megvalósítandó/megvalósítható programokat. Ennek lett a következménye, hogy a 6 főprogramon belül megfogalmazott 32 alprogram jelentős aránytalanságokkal került kialakításra: míg az első program 18 alprogramot tartalmaz, két-két program csak 1 és 2 alprogramból áll. A ZENFE program szerkezete (és ahhoz kapcsolódva az SZTE által vállalt vázlatos feladatok) az alábbiak:



## *1. Szervezetfejlesztés – Szervezeti hatékonyság növelése*

- 1.1. Intézményeken belüli kutatócsoportok erősítése és/vagy létrehozása
- 1.2. Az ÚSZT kiemelt húzóágazataihoz kapcsolódó képzési és kutatási feltételek intézményi oldalának fejlesztése, a gazdaság által igényelt szakemberképzés fejlesztése
- 1.3. Párhuzamos oktatási, kutatási, szolgáltatási tevékenységek, kapacitások optimalizálása, erőforrások kihasználtságának javítása
- 1.4. Képzésfejlesztés, képzések összehangolása, közös akkreditációs eljárások kezdeményezése
- 1.5. Ágazati kutatás-fejlesztési koncepció kialakítása
- 1.6. Ágazati tudástranszfer tevékenységek támogatása és fejlesztése
- 1.7. Munkaerő-piaci szereplők részvétele a képzési stratégiák kialakításában
- 1.8. Gyakorló szakemberek részvétele képzésekben
- 1.9. Gyakorlati képzőhelyekkel való ágazati együttműködés megalapozása
- 1.10. Ágazati együttműködések létrehozatala szervezetekkel
- 1.11. Adatbázis szervezése a kutatás koordináció segítésére
- 1.12. Az intézményi TTI-k, RET-ek, KKK-k, egyéb kutatóhelyek tevékenységeinek ágazati összehangolása
- 1.13. Minőségbiztosítás, minőségfejlesztési együttműködés
- 1.14. Beiskolázási együttműködés, marketing-kommunikáció koordináció
- 1.15. Az intézményi diplomás pályakövetés eredményeinek, valamint az intézményi VIR adatainak az intézményi döntéshozatalba és döntés előkészítésbe való beépítése, valamint a szervezeti beépülésének mérési módszertanának kidolgozása a minőségbiztosításban.
- 1.16. Munkaerő-piaci visszajelzések, az intézményi évenkénti rendszeres diplomás pályakövetési kutatások eredményei alapján az intézmény képzési és szolgáltatási portfóliójának fejlesztése
- 1.17. Intézményi nyilvántartások ágazati adatszolgáltatásával és adatminőségével kapcsolatos hatékony adatszolgáltatás fejlesztése, különös tekintettel a Felsőoktatási Információs Rendszer és alrendszerébe történő adatszolgáltatásra
- 1.18. Az Intézményi Fejlesztési Tervekben meghatározott adatok és célértékelések nyomon követését szolgáló adatszolgáltatás fejlesztése

## *2. Képzési programok fejlesztése – mentorszolgáltatás fejlesztése*

- 2.1. Ágazati munkaerő-piaci igényekre koncentráló képzések, tréningek, intézményi humán erőforrás fejlesztése
- 2.2. Oktatók-kutatók képzési portfóliójának kidolgozása és az ehhez kapcsolódó képzők képzése programok kialakítása és lebonyolítása a felsőoktatási és felnőttképzési pedagógia fejlesztése érdekében
- 2.3. Közös képzések feltételrendszerének megteremtése ágazati igények alapján
- 2.4. Közös e-learning vagy blended típusú képzések, tárgyak kidolgozása, adaptálása és lebonyolítása, kapcsolódó tananyagfejlesztés, tananyag beszerzés; közös tananyag és taneszköz fejlesztés, tartalom megosztás kiépítése
- 2.5. Bologna rendszer két szintjének illesztése (keresztmobilitás) ágazati együttműködés keretében



2.6. Gyakorlati képzések és külső – belső képzési helyek megszervezése ágazati együttműködés keretében

2.7. Ágazati felnőttképzési együttműködés kialakítása a munkaerő-piac igényei szerint

2.8. Ágazati együttműködésen alapuló mentorszolgáltatások fejlesztése – Kapcsolódó képzések és módszertani fejlesztések; együttműködés a témában érintett civil szervezetekkel, szociális partnerekkel

### 3. Hálózatfejlesztés – Nemzetközi kapcsolatok fejlesztése

3.1. Regionális, szomszédos régiók közötti és határon átnyúló együttműködések kialakítása; Régióon belüli és azon túli (hazai és külföldi) partnerekkel történő együttműködés fejlesztése

3.2. Nemzetközi kapcsolatok fejlesztése

### 4. Karrierszolgáltatás fejlesztése

4.1. Felsőoktatási intézményi karrierirodák közös szakterületi szolgáltatásfejlesztése és minőségbiztosítási rendszerének fejlesztése; Szakterületenként együttműködő karrierirodák szakmai gyakorlatos programok kialakítása, hallgatók és cégek közötti koordináció biztosítása.

### 5. Intézményi-kistérségi együttműködés

5.1. OTDK-, illetve szakdolgozatok írása a kistérséghez kapcsolódóan; A kistérség szakembereinek, közösségeinek invitálása a kistérségen kívüli rendezvényekre, fórumokra (tapasztalatcsere, kapcsolatépítés céljával).

### 6. Speciális tevékenységek a Zöld gazdaság együttműködés témájában

6.1. Természetvédelmi, környezetvédelmi, örökségvédelmi és régészeti adatbázisokkal a képzések összekapcsolása.

6.2. Mérnöki menedzsment tapasztalatok beépítése a képzésekbe

## 4. A megvalósíthatósági tanulmány szerint és az SZTE által vállalt főbb célok

A Szegedi Tudományegyetemen a ZENFE program irányítója az SZTE-n a Környezettudományi Intézet (Rákhely Gábor vezetésével). A pályázatban három kar (a TTIK, a Mérnöki és a JGYPK) kutatói vesznek részt. Ezen belül a TTIK öt szervezeti egysége (a Biológus Tanszékcsoport, a Fizikus TCs, a Földrajzi és Földtani TCs, a Kémiai TCs és a Környezettudományi Intézet) osztozott a feladatokon. A. Az egyes egységek szakmai sajátosságainak megfelelően vállaltak feladatokat, és természetesen egy-egy egység nem vehetett részt valamennyi alprogram megvalósításában.

A projekten belül, a többi felsőoktatási intézettel karöltve a Szegedi Tudományegyetem célja a természet és környezetvédelemhez, a zöld energiához, zöld gazdasághoz kapcsolódó piaciorientált képzések kidolgozása, a piac által igényelt szakemberek képzése hazai és nemzetközi relációban. Az ágazati együttműködésen belül a célcsoportok – a gazdaságban felmerült igényeknek megfelelően – interdiszciplináris képzést kapnak, a természettudomány, mérnöki- és közgazdaságtudomány területéről. Az oktatási együttműködésen keresztül célunk a felsőoktatás és a gazdasági szereplők együttműködésének javítása, hallgatók bevonásával új innovatív kutatás-fejlesztési projektek

indítása a természet- és környezetvédelem, a zöld technológiák népszerűsítése a társadalom minden szintjén.

A projektjavaslatban megfogalmazott célok teljes összhangban vannak az Intézményfejlesztési tervben megfogalmazott célokkal (SZTE IFT 5.2, 5.4 pont).

Magyarországon a felsőoktatási képzés, a gazdaság és társadalom közötti szakadék mélyülni látszik. A bolognai folyamat következményeként számtalan képzés lett úgy akkreditálva, melyek tartalma inkább csak az egyetemek között, mintsem a gazdaság szereplőivel lett egyeztetve. Mind a gazdaság, a társadalom és a felsőoktatás számára sokkal előnyösebb lenne egy rugalmasabb, a gazdaság szereplőinek igényeihez igazított képzés. Ennek a Zöld Gazdaság programhoz kötődő megvalósításához olyan cégek, vállalatok, hatóságok bevonása szükséges, melyeknek profilja a természetvédelemhez, környezetvédelemhez valamint a zöld – környezetbarát iparhoz – kapcsolódnak.

A projekt elsődleges célja ilyen cégek bevonásával olyan új integrált oktatási modell kidolgozása, mely igazodik a piacon résztvevő cégek, természet- és környezetvédelmi hatóságok valamint a környezetbarát ipar aktuális igényeihez, illetve szakember utánpótlást biztosít ilyen zöld iparágak megteremtéséhez. Magyarországon a környezettudatosság bár javul, de még nincs elfogadható szinten, ezért fontosnak tartjuk, hogy a természetvédelemmel, a környezetvédelemmel és a – fenntartható fejlődés alapjául szolgáló – zöld energiával technológiákkal kapcsolatos ismereteket a társadalom minden szintjén terjesszük.

A képzések, projekt szakmai tartalma. *A projekt során minden olyan természet- és környezetvédelemmel valamint zöld technológiákkal kapcsolatos képzést korszerűsítünk, igény és lehetőségeink szerint kidolgozunk, melyre piaci, gazdasági igény van. Ezek közül kiemelt képzési területek a környezettan/tudomány/mérnök valamint a vegy- és biomérnök szakok, de a természettudományos, mérnöki illetve tanári szakok többségét is érinti a fejlesztés. Az így létrejött képzési struktúra a későbbiek során az akkreditált képzések alapjául szolgálnak. Kiemelt tudásterületként kezeljük a megújuló forrásból előállított energiahordozók kérdését, a hulladékgazdálkodás új szemléletmódját a szemétből érték koncepciót, a víz- és szennyvízgazdálkodást, utóbbit szoros összefüggésben az energia kérdéssel, illetve hulladékgazdálkodással. Szegeden a levegő minőségének monitorozása különösen fontos kérdés.*

*A projekt résztvevői:* fentebb felsorolt felsőoktatási intézmények. Emellett támogatás nélkül minden olyan cég, intézmény, hatóság mely a projekt céljaival azonosulni tud, a célok megvalósításában rész kíván venni. Ezek közé tartozik a Csongrád Megyei Mérnökkamara, az Alsó-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség, az ország biogáz üzemei (szegedi, kecskeméti, pálhalmai stb.) a hulladékgazdálkodási egységek és a régió szennyvíztisztítói.

*A képzések célcsoportjai:* A képzések több célcsoportra irányulnak. Elsősorban a felsőoktatási képzést szeretnénk fejleszteni, ezért a primer célcsoportot a graduális, posztgraduális képzésben résztvevő főiskolai, egyetemi hallgatók jelentik. Másrészt a megújult képzés megújuló oktatói gárdát igényel, ezért az oktatók gazdaságorientált képzését, egymás oktatását is igen fontosnak tartjuk, hazai és nemzetközi szinten egyaránt. A képzések fontos célcsoportját jelenthetik azok az emberek, akik – már aktív dolgozóként – továbbképzésben vagy átképzésben szeretnék ismereteiket frissíteni,





korszerűsíteni. Végül, de nem utolsósorban az utánpótlás, a fiatal generációk tudatformálását nem lehet elég korán kezdeni, ezért a zöld gondolkodás szemléletét már az általános és középiskolákban is terjesztjük.

*Ágazati kutatás-fejlesztési koncepció kialakítása:* Az SZTE az alternatív energiahordozók biológiai előállításának, illetve a zöld gazdasághoz kapcsolódó tudományok meghatározó szellemi centruma, számos szabadalommal és több száz publikációval. Igen sok olyan projektet valósított meg, mely az agráripari, mezőgazdasági hulladékok energetikai célú felhasználását célozzák és egyéb más víz- talaj- és hulladékgazdálkodással, klímaváltozással kapcsolatos kérdésekre adott választ. Erre a tudásbázisra alapozva az SZTE ZENFE szakembergárdája aktívan részt vett/vesz a Csongrád Megyei Közgűlés által szervezett „a Dél-Alföldi Régió Területfejlesztési Koncepció”-ját kidolgozó “Energetika”, a “Mezőgazdasági, klíma” és az “Intézményi-oktatási” Munkacsoportok munkájában, mely során a) egyrészt számos gazdasági résztvevővel alakított ki kapcsolatokat, másrészt b) meghatározó módon hozzájárult a 2020-ig tartó „Dél-Alföldi Régió Területfejlesztési Koncepció” megalkotásában.

*Ágazati tudástranszfer-tevékenységek támogatása, fejlesztése:* Az SZTE kiemelt feladata, hogy az egyetemi tudásbázist a valós életben hasznosítsuk. Emellett igen komoly erőfeszítések folynak egy olyan biomérnöki centrum létrehozására, mely egyrészt technológiai utat jelent az alkalmazott kutatások számára a gazdaságos termékfejlesztéshez, az ipari/piaci megjelenéshez, másrészt ezen tevékenységi körén keresztül a biotechnológiai és vegyipar szignifikáns szegmensének alapját fogja képezni.

Az SZTE intézetei 6 gazdaságorientált GOP és 5 Környezet és Energia Operatív Programban vesz részt, ami jól tükrözi az egyetem elhivatottságát a gazdaságban, környezetvédelemben illetve az energiaszektorban való aktív szereplésben. Pillanatnyilag is 10 fölött van azon készülöben lévő pályázatok száma, ami a zöld energia zöld gazdaság témakörben gazdaságorientált kutatásokra, a kutatási eredményeknek a gazdaságban való hasznosulására irányul. A tudás és technológia transzfer aktivitás az alternatív üzemanyagok előállítására, hulladék anyagok hasznosítására, energianövények hasznosítására, biokontroll készítmények előállítására, természet- levegő és tájmonitoring tevékenységre, és környezetbarát kémiai technológiákra, környezetmérnöki projektekre összpontosul.

*Munkaerő-piaci szereplők részvétele a képzési stratégiák kialakításában:* A fent felsorolt együttműködések világítottak rá azokra a hiányosságokra, hogy az egyetem és a gazdaság szereplői, a cégek üzemek működése között egy komoly rés van. A projektbe bevont cégek: az oktatási tevékenység korszerűsítéséhez minden céget bevonunk, mely a zöld gazdaság megvalósításában komoly szerepe lehet. Például vegyipari cégek (MOL, TVK), szennyvíztisztító egységek (Szegedi Vízmű, Bácsvíz), hulladékkezelő cégek, alternatív energiahordozókat pl. biogázt, bioetanolt, biodízelt előállító vállalatok, természet- és környezetvédelmi hatóságok, élelmiszeripari cégek stb.

*Gyakorló szakemberek részvétele képzésekben:* Az SZTE a munkaerőpiaci szereplőknek a képzési stratégiák kialakításába történő bevonása mellett a gyakorlati képzésre is igen nagy hangsúly fektet pl. nyári gyakorlatok illetve az egyetemi képzésen belüli üzemlátogatások keretében. Az üzemlátogatások közül kiemelnénk a szennyvíztisztítók, hulladékkezelők, fermentációs üzemek, biogáz üzemek, tejgyár látogatását. A nyári gyakorlatokba bevont cégek



száma meghaladja az ötvenet. A teljesség igénye nélkül néhány példa: Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, *Alsó-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség*, Aqualabor Kft. Vizsgálólaboratóriuma, Állami Erdészeti Szolgálat, Szegedi Vízmű Zrt., Paksi Atomerőmű Zrt., Balatoni Múzeum, Bács-Kiskun megyei Önkormányzat Múzeumi szervezete, Észak-Bács-Kiskun Megyei Vízművek Zrt., Fertő-Hanság Nemzeti Park, Csongrád Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat, SOLE-Mizo Zrt., Mol Nyrt., KHT, Hungrana Kft.. A nyári gyakorlat tapasztalatait a cégek gyakorlatvezetőivel egyeztetve beépítjük az egyetemi képzésbe.

*Gyakorlati képzőhelyekkel való ágazati együttműködés megalapozása:* A cégekkel való szoros együttműködés jelentheti az alapját olyan szakmai K+F és innovációs együttműködéseknek, amelyben a cégeknél megjelenő problémákat a felsőoktatási intézmények, az SZTE tudásbázisának segítségével oldunk meg. Létrehozunk olyan ösztöndíjakat, melyek közös doktoranduszképzés tesznek lehetővé és az ipar által felvetett kérdésekre keresik a választ. Ilyen ösztöndíjak serkentőleg hathatnak a vállalatokra és reményeink szerint később már a cégek hoznak létre ilyen ösztöndíjakat. Ezzel a cégek innovációs potenciálja erősödik, szorosabbá és hatékonyabbá válik az SZTE és a cégek kapcsolata és javul a pályakezdő fiatalok elhelyezkedési lehetősége. Ez a tevékenységünk szorosan kapcsolódik a karrierszolgáltatási tevékenységünkhöz, hisz a fenti együttműködések összhangba hozzák a humánerőforrás piac kínálati és keresleti oldalát, az SZTE pedig elhelyezkedési lehetőséget tud ajánlani a tanulmányait befejező hallgatóknak.

*Ágazati együttműködések létrehozatala szervezetekkel (pl. non-profit kutatóhelyek, szakmai kamarák, stb.):* Nyilvánvaló, hogy az SZTE nemcsak a vállalatokkal, hanem non-profit kutatóintézetekkel is szoros kapcsolatokat ápol. Hagyományosan jók a kapcsolat az MTA kutatóintézeteivel, melyek közül kiemelendő a Szegedi Biológiai Központ. Az SZTE és az MTA SZBK folyamatosan fejleszti, bővíti kapcsolatait, kölcsönösen felismerve a két intézet értékeit. Az SZBK mellett rendkívül szoros kapcsolatokat ápolunk és építünk a jövőben többek között a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.-vel, a Szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft.-vel, a Csongrád megyei Mérnöki Kamarával. Ezek az együttműködések szintén szorosabbra vonják a gazdaság és a felsőoktatás kapcsolatát.

*Beiskolázási együttműködés, marketing-kommunikáció, koordináció:* Az SZTE és ezen belül a Környezettudományi Intézet nagy hangsúly fektet az utánpótlás biztosítására. Ennek megfelelően folyamatosan bővülő beiskolázási együttműködések kötünk elsősorban a dél-alföldi régió középiskolaival, de az együttműködésünket a határon túlra is kiterjesztjük elsősorban a Vajdaság és Észak-Románia területére. A kutatóiskola programot kiterjesztjük és a zöld gazdaság területén középiskolások számára is megvalósítható kutatási programokat indítunk hazai és határon túli intézmények bevonásával. Oktatóink a bázisiskolákban meghívott előadóink népszerűsítő előadást tartanak, elősegítjük a környezeti tagozatok középiskolás bevezetését. Aktívan közreműködünk a Plant Day, a Kutatók éjszakája, a Föld Világnapja, Víz Világnapja programokban, a társadalom figyelmét felhívjuk a zöld gazdasággal, a környezet- és természetvédelemmel kapcsolatos, a fenntartható gazdaság és társadalom alapját jelentő egyetemes kérdésekre.



## AZ SZTE FÖLDRAJZI ÉS FÖLDTANI TANSZÉKCSOPORT EREDMÉNYEI A ZENFE PROGRAMBAN

*Rakonczai János\**

A Földrajzi és Földtani Tanszékcsoporthoz a ZENFE pályázat mind a hat főprogramjának megvalósításába bekapcsolódott és összesen 14 alprogramban vállalt feladatokat. Ezek legfontosabb eredményeiből a jelen kötetünk ad közre válogatást. Összefoglalónkban áttekintjük, hogy a Földrajzi és Földtani Tanszékcsoporthoz a ZENFE program mely területein ért el eredményeket (a fejezetek számozása az előző fejezetben ismertetett megvalósíthatósági tanulmányhoz igazodik, és csak azokat szerepeltetjük, amelyek megvalósításában a FFTCs részt vett). Egyes pontokhoz kapcsolódóan tanulmányokat is közreadunk a kötetben, ezek azonban inkább csak ízelítőt mutatnak egy-egy témához kapcsolódva.

### 1. Szervezetfejlesztés – Szervezeti hatékonyság növelése

#### 1.6. Ágazati tudástranszfer tevékenységek támogatása és fejlesztése

A Megvalósíthatósági Tanulmányban (továbbiakban MT) megfogalmazottaknak (Zöld gazdaság kutatási eredményeinek transzfer formái és helyi alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata) megfelelően. A FFTCs két különálló területen ért el eredményeket:

a) Nagyobb teljesítményű naperőművek telepítésének segítése (geoinformatikai módszereken alapuló optimális hely kiválasztás segítése). Ipari partnerrel (Solargate Kft Budapest) együttműködve modell készült egy működő naperőmű teljesítményének előrejelzésére. A készült modell (megfelelő felhasználói jogosultsággal) online elérhető, így a későbbi fejlesztéseknél is felhasználható. A kötetben erről rövid tanulmányban számolunk be (Mucsi – Gál).

b) Klímaadatokon alapuló aszálybecslés légi és űrfelvételek felhasználásával. A holland kutató-fejlesztő intézetekben (Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), University of Twente, Enschede /[www.itc.nl/](http://www.itc.nl/), eLEAF, Wageningen /[www.eleaf.com/](http://www.eleaf.com/)) alkalmazott, távérzékelésen alapuló talajnedvesség-meghatározás hazai adaptációja megtörtént. A modellek első hazai gyakorlati alkalmazásáról tanulmányt közlünk a kötetben (van Leeuwen – Szécsényi).

#### 1.8. Gyakorló szakemberek részvétele képzésekben

A MT szerint: a munkaerő-piaci szereplők bevonása a képzési stratégiák kialakításába, gyakorlati képzés (pl. nyári gyakorlatok, az egyetemi képzésen belüli üzemlátogatások - szennyvíztisztítók, hulladékkezelők...). A cégekkel való kapcsolatok bővítése a nyári gyakorlatokhoz, szerződéses viszony kialakítása a hallgatók nyári képzéséhez a valós gyakorlati életben. A nyári gyakorlatok

---

\*A SZTE Földrajzi és Földtani Tanszékcsoporthoz szakmai munkacsoport vezetője



tapasztalatainak beépítése az egyetemi képzésbe (a cégek gyakorlatvezetőivel egyeztetve). Az ehhez kapcsolódó tevékenységek:

- a) A nyári szakmai gyakorlatokra hallgatókat fogadó cégek adatbázisának összeállítása.
- b) Üzemlátogatások a gyakorlati képzés színvonalának emelése érdekében (Szegedi Regionális Hulladékkezelő, RHK Bátaapáti telephelye, Kiskörei duzzasztó és Vízierőmű). A három helyszínről rövid fényképes tanulmányt adunk közre a kötetben (Barta – Rakonczai).
- c) A zöldenergia program terepi és gyakorlati bemutatása egy termálvíz készletet felhasználó magáncégnél.

#### 1.1.1. Adatbázis szervezése a kutatás koordináció segítségével

A MT szerint: közös adatbázist kialakítása kiemelt figyelemmel az országos és nemzetközi adatbázisokhoz való kapcsolódási lehetőségekre. Publikációs adatbázisok összehangolása. Hozzáférés kezdeményezése különböző természetvédelmi, környezetvédelmi, örökségvédelmi és termelési és újrahasznosítási folyamatok életciklus elemzését lehetővé tevő adatbázisokhoz. Ehhez a programhoz kapcsolódva hat területen is számottevő eredményeket értünk el.

- a) Elkészítettük a Magyar Geotermikus Adatbázist. Az elkészült adatbázis megfelelő hozzáférési jogosultsággal online elérhető lesz a felhasználók számára. Az adatbázist külön tanulmányban is bemutatjuk a kötetben (Pál-Molnár et al).
- b) Édesvízi mészko adatbázist készítettünk a Duna-Tisza közére. Az adatbázis a korábbi adatgyűjtések és a saját legújabb kutatások alapján került összeállításra. Az édesvízi mészko képződésének hátterét külön tanulmányban adjuk közre a kötetben (Sümegei).
- c) Elkészítettük Szeged város fakataszter adatbázisát (ez gyakorlati hasznosíthatósága miatt kapcsolódik az 1.6. ponthoz is). Az adatbázishoz kapcsolódóan önálló tanulmányt is közlünk a kötetben (Gulyás et al).



*1. és 2. kép. Fakataszterezés Szegeden*

d) Részletes klímaadattábazist készítettünk a klímaváltozás modellezésének megalapozására (és klíma-modellezés történt 2100-ig). Ennek két gyakorlati alkalmazását külön tanulmányokban mutatjuk be a kötetünkben (Mezősi et al, Farsang et al).

e) OSL kormeghatározási adattábazist állítottunk össze. A mind természeti földrajzi és természetvédelmi, mind örökségvédelmi célokra készült adattábazis fontos tájékozódást nyújthat a jövőben a kutatóknak. A módszerről külön tanulmányt is készítettünk kötetünkben (Sipos et al).



*3. kép. Szakmai bemutató az OSL-labor feltárójában  
(az eljárás csak vörös fényben végezhető)*

f) Az országos környezeti adattábazisok integrálása az oktatásba. Az egyetemi oktatásba számos közcélú környezetvédelmi adattábazist bevontunk. Komoly gondot jelentett (és vélhetően a jövőben is jelenteni fog), hogy az államigazgatás folyamatos átszervezése nyomán ezek elérése folyamatosan változott, jellemzően tartalmában szűkült. A hallgatók környezettudatossága érdekében pedig ezek nagy jelentőségűek lennének a jövőben is.

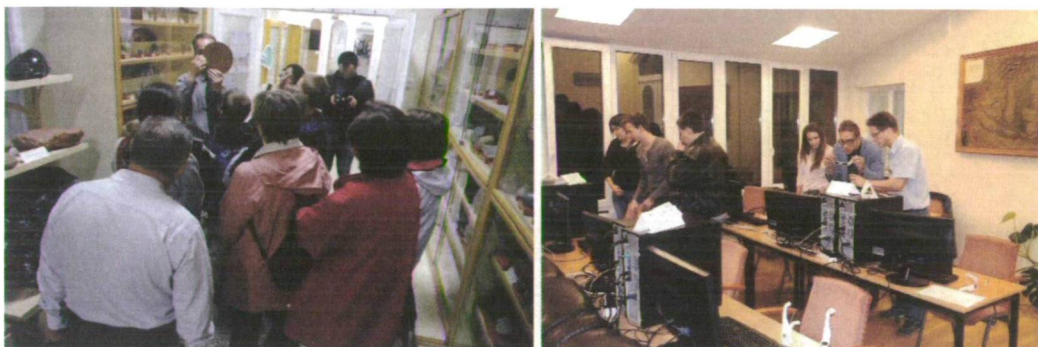
#### 1.14. Beiskolázási együttműködés, marketing-kommunikáció koordináció

A MT szerint az SZTE és annak Környezettudományi Intézete az utánpótlás biztosítása érdekében folyamatosan bővülő beiskolázási együttműködéseket köt, elsősorban a dél-alföldi régió középiskolaival, illetve a határon túlról elsősorban a Vajdaság és Észak Románia területén. A kutatóiskola programot kiterjeszti, a zöld gazdaság területén középiskolások számára is megvalósítható kutatási programokat. Oktatóink, meghívott előadóink népszerűsítő előadásokat tartanak.

a) Beiskolázási marketing-kommunikációs stratégia kialakításához elkészítettük az SZTE „környezetes” szakjaira jelentkezők lakóhelyei térinformatikai elemzését. A más intézmények számára is sok tanulsággal szolgáló összegzést a kutatásunkról jelen kötetben is közöljük (Kovács).



b) A Kutatók Éjszakája programsorozatban kiemelten foglalkoztunk a környezetvédelemmel, ill. zöld gazdasággal kapcsolatos témákkal.



4-8. kép. Életképek a „Kutatók Éjszakája” c. programokról

c) Népszerűsítő előadásokat tartottunk a környezetvédelem, a természetvédelem, az örökségvédelem és a zöld gazdaság témákban. (ezek egy része kapcsolódik a kistérségi programokhoz is)



9-10. kép. Népszerűsítő előadások Szeghalmon és a szegedi Ságvári Gimnáziumban

1.16. Munkaerő-piaci visszajelzések, az intézményi évenkénti rendszeres diplomás pályakövetési kutatások eredményei alapján az intézmény képzési és szolgáltatási portfóliójának fejlesztése.

a) Az SZTE környezettudományi képzéseéhez kapcsolódó ALUMNI kialakítása és működtetése (a végzetek adatbázisának kialakítása, szakmai találkozók, karrierkövetés, interaktív webes felület kialakítása). A Környezettudomány szakon végzett hallgatók számára facebook-csoportot szerveztünk.

b) Korábbi sikeres tanítványainkat meghívott előadóként bevontuk a képzéseinkbe.



11-13. kép. Sikeres szakmai tevékenységet folytató egykori tanítványainkat bevontuk a képzésünkbe (Deák József Áron, Tombác Szintia, Fiala Károly)

## 2. Képzési programok fejlesztése – mentorszolgáltatás fejlesztése

2.1. Ágazati munkaerő-piaci igényekre koncentrálnó képzések, tréningek, intézményi humán erőforrás fejlesztése

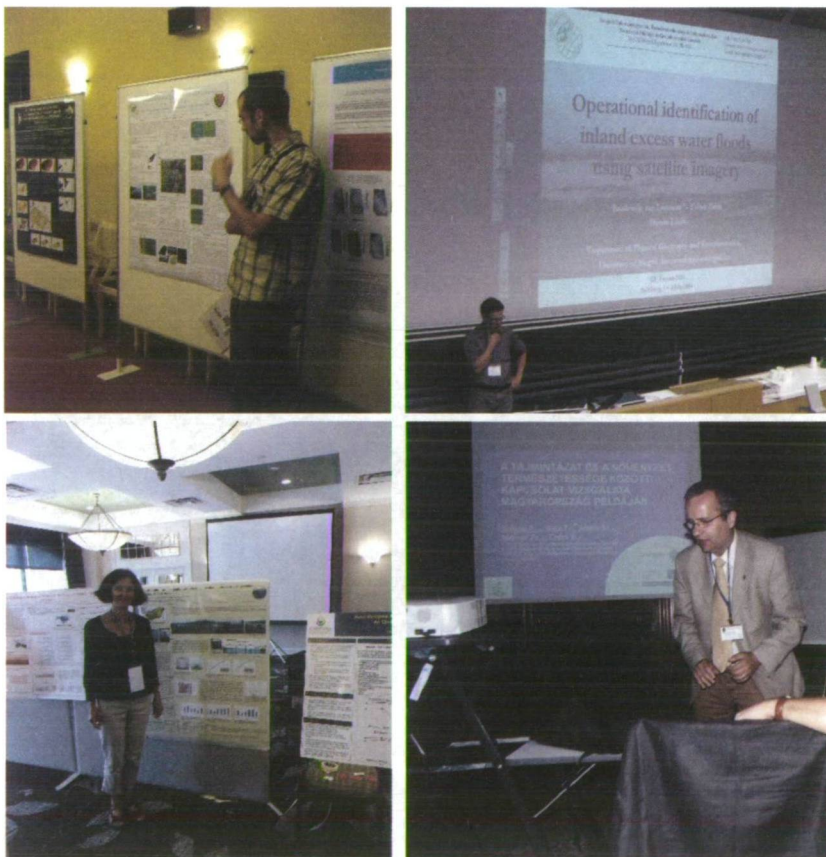
A MT szerint az SZTE intézetei nagy hagyományokkal rendelkeznek az alternatív energiahordozók előállítása, a természet- és környezetvédelem, vízgazdálkodás, zöld technológiák területén. Az oktatási portfólióban szerepelnek ilyen jellegű részleges



tananyagok, de az SZTE oktatói felismerték, hogy a képzés tartalmát szorosabban kell illeszteni a gazdaság igényeihez. Ennek megfelelően az tudásterületek gazdaságorientált megújítását tervezi, mely a természettudományos, mérnöki és tanárképzés számos szakját érinti (pl. környezetmérnök szakon: Környezeti biotechnológus mérnök szakirány, Zöld technológiák szakirány, Vízgazdálkodás szakirány, ...). Konferenciaszervezés és részvétel.

a) Kidolgoztuk a környezetmérnök szak vízgazdálkodási szakirányának 5 tananyagát, 2.2. Oktatók-kutatók képzési portfóliójának kidolgozása és az ehhez kapcsolódó képzők képzése programok kialakítása és lebonyolítása a felsőoktatási és felnőttképzési pedagógia fejlesztése érdekében

a) Több konferencián részt vettünk előadást tartottunk (ezek egy része ZENFE szervezésű volt). 4 nemzetközi és 3 hazai konferencián vettünk részt a ZENFE program támogatásával, az előadás többnyire meg is jelentek vagy megjelenésük folyamatban van a konferenciakötetekben.



14-17. kép. Sikeres nemzetközi és hazai konferencia előadások  
(a képeken: Tobak Zsolt – Opatia, Van Leeuwen Boudewijn – Salzburg, Farsang Andrea – Las Vegas, Szilassi Péter – Lillafüred)

2.4. Közös e-learning vagy blended típusú képzések, tárgyak kidolgozása, adaptálása és lebonyolítása, kapcsolódó tananyagfejlesztés, tananyag beszerzés; közös tananyag és taneszköz fejlesztés, tartalom megosztás kiépítése.

A MT szerint új Bologna konform tananyagok létrehozása a zöld gazdasághoz kapcsolódó területeken (15 tananyag), ... Környezetmérnök szak: Környezeti biotechnológus mérnök szakirány, Zöld technológiák szakirány, Vízgazdálkodás szakirány.

a) A 2.1. pontnál már említettek figyelembevételével kidolgoztuk a környezetmérnök szak vízgazdálkodási szakirányának 5 tananyagát (*Vízkérelhárítás, Vízügyi tervezés ea., Vízügyi tervezés gyak., Víz-közet kölcsönhatások, Geotermikus energia hasznosítás Magyarországon*) részben gyakorló szakemberek bevonásával.

b) Oktatási segédanyagot készítettünk „*Távérzékelési adatok feldolgozása és alkalmazása*” címmel.

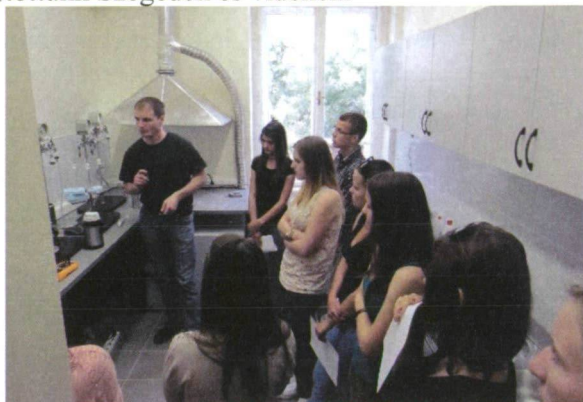
2.8. Ágazati együttműködésen alapuló mentorszolgáltatások fejlesztése – Kapcsolódó képzések és módszertani fejlesztések; együttműködés a témában érintett civil szervezetekkel, szociális partnerekkel

A MT szerint az SZTE kiemelt feladatának tekinti a mentori feladatokat. Szoros együttműködések alakít ki középiskolákkal, meghirdette és folyamatosan bővíti a Kutatóiskola programját, amelyben lehetővé válik középiskolás hallgatók számára, hogy egyetemi felügyelettel, irányítással hajtsanak végre kutatás-fejlesztési programokat. ... A KTI mentorként működik környezeti tagozatos középiskolákban és ismeretterjesztő előadásokkal gazdagítja a fiatalok tudását, és biztosítja környezettudatos nevelésüket.

a) Felvettük a kapcsolatot a Szeged vonzáskörzetében levő geo-környezeti tagozattal ill. specializációval (érdeklődéssel) rendelkező középiskolákkal,

b) Kutatási projekteket (pl. az izzási Kolon-tó projekt, Öthalmi kutatások) ismertettünk meg, népszerűsítettünk középiskolai órákon,

c) Középiskolás csoportok számára bemutató laborgyakorlatokat, népszerűsítő előadásokat tartottunk Szegeden és vidéken.



18. kép. A szeghalmi középiskolások látogatása a Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék laborjában



### 3. Hálózatfejlesztés – Nemzetközi kapcsolatok fejlesztése

3.1. Regionális, szomszédos régiók közötti és határon átnyúló együttműködések kialakítása; Régióon belüli és azon túli (hazai és külföldi) partnerekkel történő együttműködés fejlesztése

A MT szerint a Szegedi Tudományegyetem számos jól működő együttműködést alakított ki régióon belüli és azon túli partnerekkel. ... Korunk egyik komoly környezeti kihívása a fenntartható vízgazdálkodás, illetve a klímaváltozás következményeinek kutatása. Ezek a témák mind nemzetközi, mind hazai együttműködésekkel művelhetők eredményesen. A Földrajzi és Földtani tanszékcsoportnak számos ilyen kapcsolata, kutatási együttműködése alakult ki az évek során – kiemelten a határon túli régiókkal.

a) A Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport több sikeres nemzetközi együttműködési programot zárt le a vízgazdálkodás és az aszály, valamint a városklíma kutatások terén, amelyek többnyelvű kötetekben is dokumentálva lettek.

b) A hosszú távú klímakutatás terén német kutatók bevonásával készültek el klímamodellek. Ennek gyakorlati alkalmazhatóságáról külön tanulmány is van a kötetben (Mezősi et al).

#### 3.2. Nemzetközi kapcsolatok fejlesztése

A MT szerint a Szegedi Tudományegyetem stratégiai célja a nemzetközi egyetemmel való válás. A képzések nyitottak a határon túli hallgatók számára és számos olyan határ menti program van, mely lehetővé teszi román, szerb, de akár horvát vagy török hallgatók csatlakozását a képzéshez. A tananyagokat angol nyelvű forrásanyagok és saját kutatásaink alapján fejlesztjük.

a) Az ERASMUS és egyéb diákcseré programhoz kapcsolódóan több tananyagfejlesztés (Applied hydrology and hydrological problems, Environmental geography of Hungary, Fluvial response to human impact) történt.

b) Az aszály előre területi jelezhetősége érdekében a talajfelszín nedvességtartalmának távérzékelés meghatározására hollandiai kutató és gyakorlati alkalmazó intézményekkel (Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), University of Twente, Enschede /[www.itc.nl/](http://www.itc.nl/), eLEAF, Wageningen /[www.eleaf.com/](http://www.eleaf.com/)) vettük fel a kapcsolatot. A tapasztalatcsere és a külföldi fél által átadott kézikönyvek a módszertan hazai adaptációját segítette. Az alkalmazás első eredményeiről jelen kötetünkben mutatunk be példát (van Leeuwen).

c) Szakmai találkozó keretében vettük fel a kapcsolatot az Európai Unió Közös Kutatóközpontjának (Joint Research Centre - JRC) Környezetvédelmi és Fenntarthatósági Intézetével (IES) (<http://ies.jrc.ec.europa.eu>), melynek fő témája a klímaváltozás és az aszály kutatás, a talajnedvesség és a távérzékelés lehetőségei az aszálykutatásban, valamint a vegetációs fenológia voltak.



19-20. kép. Szakmai találkozó két hollandiai intézetben (eLEAF, ITC)

#### 4. Karrierszolgáltatás fejlesztése

4.1. Felsőoktatási intézményi karrierirodák közös szakterületi szolgáltatásfejlesztése és minőségbiztosítási rendszerének fejlesztése; szakterületenként együttműködő karrierirodák szakmai gyakorlatos programok kialakítása, hallgatók és cégek közötti koordináció biztosítása.

A MT szerint a képzés fejlesztésének és állandó megújításának célja a régió gazdasági és az ehhez kapcsolódó szakemberigényének kielégítése a folyamatosan felmerülő szakmai igényeknek megfelelően. A Szegedi Tudományegyetemen működő tudásközpontok (DEAK, KNRET, DNT) versenyszférával meglévő, és ma is zömében élőkapcsolatokkal rendelkezik. Az ágazati együttműködések másik fontos színtere lehet a régióban működő szakmai kamarákkal való együttműködés.

Az SZTE nagyon jó kapcsolatot tart a régióban tevékenykedő megyei mérnökkamarákkal, elsősorban a Csongrád Megyei Mérnökkamarával. A kialakult együttműködés a következő területekre terjed ki: Előadások tartása meghívott oktatóként a graduális, a posztgraduális és a doktori képzésben, ... közös szak- és diplomadolgozati és PhD témák kiírása és megoldása a partnercégek és a Kar szellemi és infrastrukturális kapacitásainak kihasználásával.

a) A Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport kiemelt figyelmet fordít a gyakorlati szakemberek bekapcsolása a graduális képzésbe (leginkább erre a Környezetvédelem gyakorlata, a Vízügyi tervezés és a Környezeti menedzsment órák keretében nyílt lehetőség). Képzéseink színvonalának fontos jelzője, hogy több esetben egykori tanítványaink kerültek olyan szakmailag jelentős állásokba, hogy ők tudnak már gyakorlati szakemberként megjelenni egyetemünkön. Az ilyen személyes visszacsatolások sokkal hitelesebbé teszik oktatásunkat.





21. kép. Kitka Gergely (Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság) előadása

b) Természetközeli élőhely-kezeléssel, védett területeken történő gazdálkodással („best practice”) kapcsolatos látogatások szervezése nemzeti parkoknál, erdészeteknél, gazdálkodóknál (erre leginkább a Kiskunsági, a Körös-Maros és a Bükk Nemzeti Park esetében nyílt lehetőség)



22. kép. Tanulmányúton a Bükk Nemzeti Parkban

## 5. Intézményi-kistérségi együttműködés

5.1. OTDK-, illetve szakdolgozatok írása a kistérséghez kapcsolódóan; a kistérség szakembereinek, közösségeinek invitálása a kistérségen kívüli rendezvényekre, fórumokra (tapasztalatcsere, kapcsolatépítés céljával).

A MT szerint a Szegedi Tudományegyetem a program keretében több hátrányos kistérség környezeti problémáinak feltárásában segít, mind a hallgatók bevonásával, mind a kistérségek szakemberei számára szervezett fórumokon, illetve tapasztalatcserek keretében. TDK, szakdolgozatok írása. ... A kistérség szakembereinek, közösségeinek invitálása a kistérségen kívüli rendezvényekre, fórumokra (tapasztalatcsere, kapcsolatépítés céljával).

a) A FFTCs-on összesen 9 BSc-s szakdolgozat, 8 MSc-s diplomamunka és 3 környezettudományi OTDK-n szereplő dolgozat készült. Ezek segítségével több hátrányos kistérség környezeti, társadalmi problémáinak feltárása került sor, illetve környezetvédelmi technológiai területen. Jelen kötetünkben négy oktatók bevonásával szaktanulmánnyá fejlesztett tanulmányt adunk közre (Pál, Boros - Sági, Hegedüs – Nagy, Bajmócy – Makra).

b) Elmaradott kistérségekben előadásokat az aktuális környezeti problémákról (pl. megújuló energiák használata, éghajlatváltozás, stb.). Az államigazgatásban bekövetkezett változások (kistérségek helyett járásek, illetve ezen a szinten az önkormányzatiság visszaszorulása) s szakemberekkel tervezett szakmai programokat viszont nem tették aktuálissá, így programok ismeretterjesztő jelleget kaptak.



23-24. kép. Előadások elmaradott térségekben (Szeghalom – Schubert Félix, Pusztamérgek – Rakonczai János)

## 6. Speciális tevékenységek a Zöld gazdaság együttműködés témájában

6.1. Természetvédelmi, környezetvédelmi, örökségvédelmi és régészeti adatbázisokkal a képzések összekapcsolása.

A MT szerint: ... A program keretében az SZTE rendelkezésére álló, világszínvonalú műszerállománnyal (georadar, OSL-laboratórium, légifényképező kamera), jelentős légifényképezési gyakorlattal valamint a sokrétű geoinformatikai tudással folyamatosan



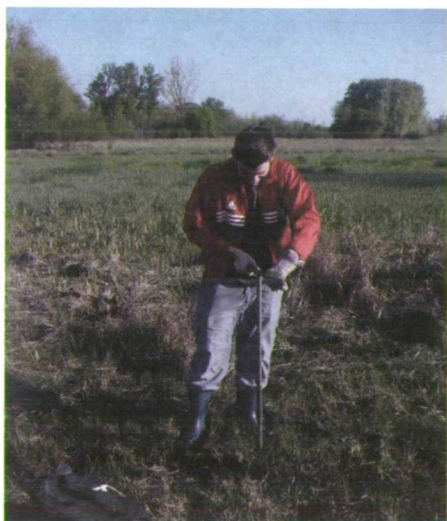
együttműködünk régészeti adatbázisok bővítésében, a nemzeti parkok természetvédelmi kutatásainak kiszélesítésében. Régészeti adatbázisok bővítése (pl. légifényképezés), régészeti és örökségvédelmi feltárások segítése georadaros vizsgálattal, kormeghatározások OSL segítségével, mágneses szuszceptibilitás alapján, Természetvédelmi kutatások segítése: a nemzeti parkok szakmai munkájának támogatása (terepi vizsgálatok, laboratóriumi feldolgozások, távérzékelési alkalmazások - pl. erdőtűz által érintett területek felmérése).

a) Régészeti és örökségvédelmi feltárások adatainak értékelésének segítése (OSL és C14 kormeghatározással, georadaros vizsgálatokkal, légifényképezéssel és geoinformatikával). A témához kapcsolódva tanulmányt is közreadunk kötetünkben (Sipos et al).

b) Az édesvízi mészkő Duna-Tisza közti elterjedésének vizsgálata, ezen közet örökségvédelmi és természetvédelmi vonatkozásai a tájban. A témakörhöz a kötetben szaktanulmányt is közlünk (Sümegei).

c) A Kiskunsági Nemzeti Park bugaci területén történt erdőtűz és az elvégzett területkezelés hatásainak vizsgálata. A nemzeti park munkatársaival egyeztetett tematika alapján szaktanulmányt is készítettünk a kötetünkben (Tobak – Szatmári). A természetvédelem munkáját segítő két önálló tanulmányt is készítettünk kötetünkben. Az egyik a felszínborítás aktuális változásairól, a másik Dráva folyó antropogén hatásra bekövetkező, a természetvédelmi kezeléseket alapvetően befolyásoló változásairól (Szilassi, Kiss et al).

d) Digitális domborzatmodell készítése hallgató terepmunkával a Kolon-tó környezetében.



25-26. kép. Mintavételezés és domborzat-felvételezés a Kolon-tó (Kiskunsági Nemzeti Park) mellett

# NAPERŐMŰ TERMELÉSBECSLÉSE RÖVIDTÁVÚ IDŐJÁRÁS ELŐREJELZŐ MODELL SEGÍTSÉGÉVEL

*Gál Tamás – Mucsi László*

## 1. A projekt bemutatása

A vizsgálat célja a 360 millió forintos beruházás keretében a Csongrád megyei Kistelek településen 499 kW beépített villamos teljesítményű napelemes kiserőmű helyszínen mért sugárzási és hőmérsékleti adatainak elemzése, valamint rövidtávú időjárási előrejelző modell alapján az erőmű termelésbecslésének kidolgozása.

A Kistelek déli határában elhelyezkedő naperőmű 11 000 m<sup>2</sup> területen került kialakításra, ahol 2 124 darab, egyenként 235W teljesítményű napelemet helyeztek el (1. ábra). Az egyes modulok déli irányba fordítva, 30 fokos szögben megdöntve lettek elhelyezve. A napelemek által előállított egyenáramot 15 darab inverter alakítja át váltóárammá. Az éves szinten megtermelt közel 632 ezer kWh elektromos áramot az EDF DÉMÁSZ Hálózati Elosztó Kft. által üzemeltetett közcélú elektromos hálózatba táplálja be a rendszer. Az erőmű termelése nagyságrendileg 160-180 átlagos háztartás évi elektromos áram felhasználását képes fedezni ([www.solargate.hu](http://www.solargate.hu)).



*1. ábra. A naperőmű (sárga téglalap) elhelyezkedése Kistelek határában*

A naperőműves rendszerek esetén – mint ahogy bármely más megújuló energiaforrás esetében – a 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet előírja, hogy előzetes termelési menetrendet kell leadni. A termelés során, ha a ténylegesen értékesített



villamos energia mennyisége az érvényes menetrendtől  $\pm 5\%$ -nál nagyobb mértékben eltér, akkor az erőmű tulajdonosa a többlet minden kWh-jára 5 Ft szabályozási pótdíjat köteles fizetni havonta a befogadónak. A napenergia kapcsán ez egy igen szűk keresztmetszet, mivel a termelést erősen befolyásolja a felhőzet mennyisége, és azt szerencsés időjárási helyzetekben nagy bizonyossággal csak maximum 1-4 napra lehet csak előre jelezni.

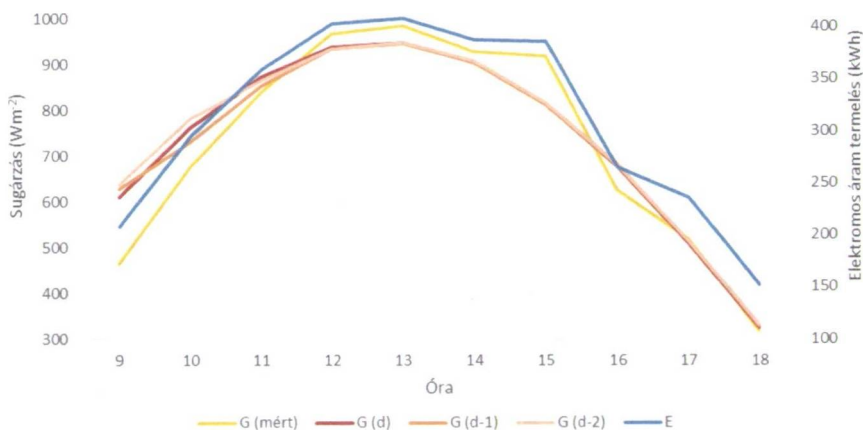
## 2. A kifejlesztett modell

A munka során adaptálásra került a WRF modell (Michalakes et al., 2004) az Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék szerverén. A modell a NOAA/NCEP szervezetek által készített globális időjárás előrejelzésből indul ki (GFS) (EMC, 2003). A globális modell Kárpát-medencére eső rácspontjaira vonatkozó 0 UTC-től induló előrejelzéseket naponta egyszer tölti le a rendszer. A GFS így rendelkezésre álló rácsfelbontása  $1^\circ$ . Ahhoz, hogy a vizsgált területre vonatkozó pontosabb előrejelzést megalkossuk a GFS adatokat felhasználva napi egyszer WRF szimulációt indítunk, amely 4 lépésben 1000 m felbontásra skálázza le az adatokat. Ezen előre jelzett mezőből minden nap kiíratjuk egy adatbázisba az elkövetkezendő 5 nap globálsugárzás adatait 1 órás időközönként. Az operatíván futó előrejelzési rendszer természetesen nem kizárólagosan a globálsugárzás adatokat jelzi előre; a főbb meteorológiai állapotjelzőkre vonatkozó előrejelzési eredmények Szeged környékére az Éghajlattani és Tájföldrajzi tanszék honlapján elérhető ([adatok.geo.u-szeged.hu/wrf.php](http://adatok.geo.u-szeged.hu/wrf.php)).

## 3. Esettanulmányok

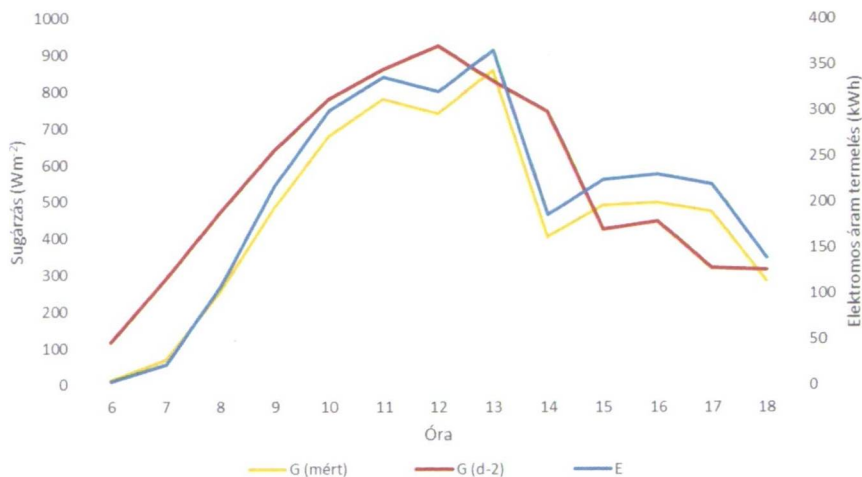
Munkánk során a rendelkezésre álló termelési adatokat valamint a naperőműtelepen helyben mért globálsugárzás adatokat hasonlítottuk össze a modell előrejelzésekkel. Mivel 5 napos előrejelzéseket készítettünk, ezért az egy adott napra vonatkozó előre jelzett besugárzás több modell szimulációból is rendelkezésre áll. A tapasztalat azt mutatja, hogy a legfrissebb érdemben használható előrejelzés egy adott napra vonatkozólag az a két nappal korábbi kezdőidőpontú szimuláció. Ennek a két napos késésnek technikai okai vannak, hiszen mind a GFS modell futásához, mind a GFS eredményeinek a letöltéséhez, továbbá a helyben futtatott WRF modell számításához és azok végeredményeinek automatikus kigyűjtéséhez is idő szükséges. Annak vizsgálatára, hogy ez a két nappal korábbi kezdőidőpontú modell pontossága mennyit romlik az aznapi kezdőidőpontú szimulációhoz mérten több vizsgálatot is végeztünk.

A 2. ábra szemlélteti, hogy egy adott napon (2014.5.21.) az előrejelzés és a mérések alakulását valamint a termelést. Az ábrán jól látszik, hogy a három különböző kezdőidőpontú előrejelzés jó egyezést mutat, csak a délelőtti órákban van érdemi eltérés köztük, ezek alapján kielégítő pontosságúnak tekinthető a 2 nappal korábbi kezdőidőpontú modell alkalmazása. A mért globálsugárzáshoz viszonyítva a modell jól közelítő eredményeket mutat.



2. ábra. A helyszínen mért ( $G$  mért), az előre jelzett ( $G$  d,  $G$  d-1,  $G$  d-2) globálsugárzás valamint a termelés ( $E$ ) alakulása 2014. május 21-én

Jóval érdekesebb kérdés az, hogy a felhőzet változásaira mennyire érzékeny az előrejelző modell. Ennek szemléltetésére a 2014. 05. 29. napjára vonatkozó adatokat mutatja a 3. ábra. Jól látszik, hogy a délelőtti időszakban viszonylag zavartalan volt a besugárzás, azonban kora délután jelentősebb felhőképződés volt tapasztalható, ami mind a besugárzás mind a termelés értékeit mérsékelte. Az előrejelzés ennek a változásnak a tendenciáját egyértelműen jelezte.

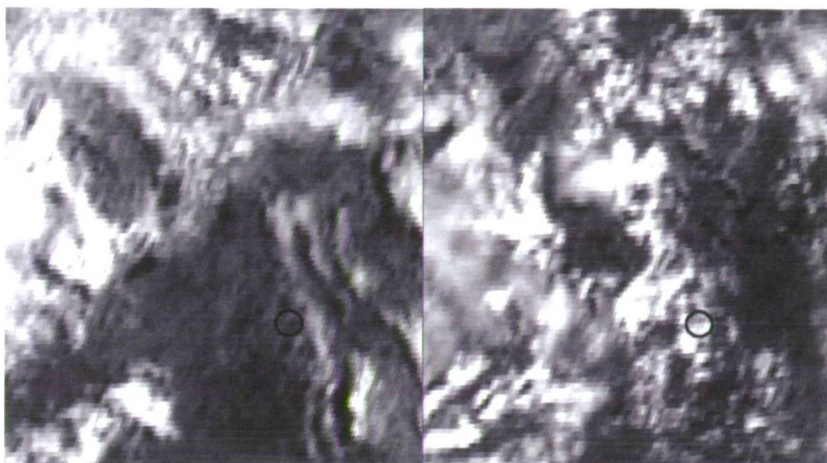


3. ábra. A helyszínen mért ( $G$  mért), az előre jelzett ( $G$  d-2) globálsugárzás, valamint a termelés ( $E$ ) alakulása 2014. május 29-én

A felhőborítottság napon belüli változását műholdfelvételek segítségével követtük nyomon. A Meteosat geoszinkron pályán keringő meteorológiai műhold, melynek második generációjú tagjain a SEVIRI képalkotó berendezés 0,8  $\mu\text{m}$ -es sávban 1 km-es

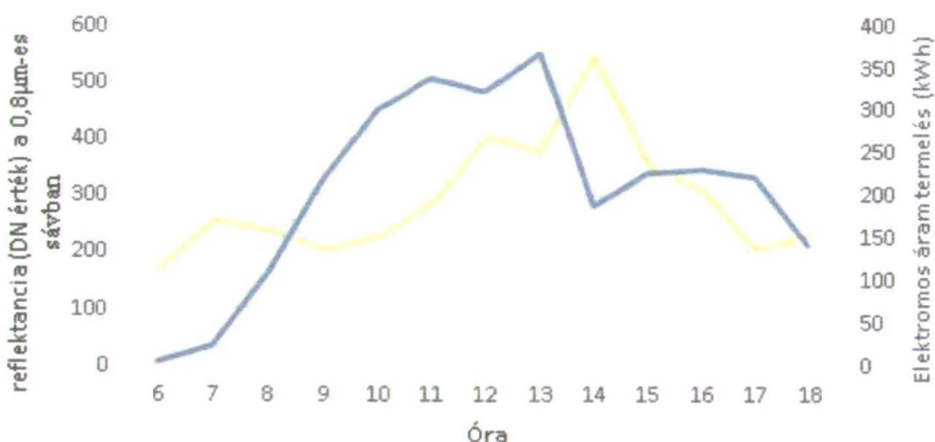


geometriai felbontású. Az SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszéke által üzemeltetett műholdas adattovábbító rendszeren rögzített, 15 perces időfelbontású űrfelvételekből válogattuk ki a 2014. május 29-ei felvételeket (4. ábra).



4. ábra. Az erőműtelep feletti felhőzet MSG felvételeken 2013. 05. 29-én (bal oldali kép 8 óra 45 perckor, a jobb oldali kép 13 óra 45 perckor készült, sötétebb szín a felhőmentes felszínt, a világos szín a felhőzetet mutatja)

Az UTM rendszerbe szoftveresen geokorrigált űrfelvételen, az erőműtelep koordinátái alapján kiválasztott képelem értékeit (intenzitásérték – DN érték) válogattuk ki. A felhőfedettség mértéke egyenesen arányos az intenzitásértékkel. Az órás termelési adatokat az UTC+2-0,25 órás műholdkép adatával vetettük össze, figyelembe véve a felhőborítottság változásának rövid idejű késleltetett hatását a termelésre nézve (5. ábra).



5. ábra. A MSG SEVIRI műholdfelvétel VIS 0,8 sávjában a felhőfedettséggel arányos intenzitásérték (sárga vonal), valamint az áramtermelés (kék vonal) alakulása 2014. május 29-én

Reggeli órákban megjelenő felhőzet még alig befolyásolja a teljesítményt. A kora reggeli felhőzet hatására a termelt energia mennyiségének növekedése kisebb mértékű (a görbe meredeksége kisebb, mint a 7 és 10 óra közötti időszakra eső áramtermelési görbeszakasz meredeksége). A felhőmentes 7-10 óra közötti időszakban a termelt áram mennyisége meredeken emelkedik, ami a napsugarak beesési szögének növekedéséből származik. Ekkor nagyobb szögben érkezik a napsugárzás a napelem-táblákra, mint reggel. Emellett a napsugarak egyre rövidebb utat tesznek meg a nagyobb vízgőztartalmú légrétegekben. Ez utóbbi folyamat hatását bizonyítja, hogy 10 órától folyamatosan nőtt a levegő páratartalma, ill. a felhőborítottság az erőműtelep fölött, viszont a termelt áram mennyisége alig csökkent. Órás bontásban a termelt áram mennyisége 13 órakor volt a legmagasabb, amikor már a felhőfedettség kétszerese volt a kora reggeli értéknek. A felhőborítottság tovább növekedett (a napsugarak beesési szöge csökkent), így a termelt áram mennyisége jelentősen visszaesett. Az áramtermelés grafikonjának lokális minimuma egybeesik a reflektancia érték DN értékben kifejezett lokális maximumával 14 órakor. A délutáni órákban (14-16) a felhőzet gyors csökkenése még lehetőséget biztosított az áramtermelés emelkedésének. A késő délutánra (16-18 órára) kitisztuló égbolt mellett (de a napsugárzás egyre csökkenő beesési szöge miatt) is ugyan fokozatosan csökkenő értékben, de elég jó hatékonysággal lehetett a telepet üzemeltetni.

#### 4. További lehetőségek

Az itt bemutatott együttműködés és projekt jelenleg még nem zárult le. A vizsgálatoknak további fontos célja, hogy a globálsugárzás és a termelés között fel kell tártani, hogy milyen jellegű kapcsolat áll fenn. Ennek végeredménye egy hely specifikus korrekciós képlet, amely figyelembe veszi az adott naperőmű fizikai adatait, elhelyezkedését, továbbá a főbb meteorológiai állapothatározók (globálsugárzás, hőmérséklet, szél) és az erőmű fajlagos teljesítménye közötti kapcsolatot. Mindehhez még hosszabb mérési periódus adataira van szükség, azonban egy ilyen korrekciós formula kifejlesztése lehetővé teszi a termelésbecslés automatizálását, törvényi előírásokban megnevezett termelési menetrend elkészítését valamint annak elkerülését, hogy a hasonló méretű naperőművek a változékony időjárás miatt zöld energia mellett folyamatos jelleggel bírságot is termeljenek.

#### Irodalom

- Michalakos J., Dudhia J., Gill D., Henderson T., Klemp J., Skamarock W., Wang W. (2004): *The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance*. 11th ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology, Reading U.K., European Centre for Medium Range Weather Forecasts.
- EMC (2001): *The GFS Atmospheric Model*. NCEP Office Note 442, 14 pp.



# A TALAJNEDVESSÉG KISZÁMÍTÁSA PASSZÍV TÁVÉRZÉKELÉSI ADATOK ALAPJÁN

*van Leeuwen Boudewijn – Szécsényi Ákos*

## 1. Bevezetés

A klímamodellek a Kárpát-medencére egyszerre jeleznek növekvő átlaghőmérsékleteket és csökkenő nyári csapadékmennyiséget, ami a régiót a jövőben az aszályok által veszélyeztetettebbé teszi. A talaj nedvességtartalmának csökkenése az aszály egyik fontos indikátora, ezért is nagy jelentőségű egy olyan módszer kidolgozása, ami regionális léptékben lehetővé teszi a paraméter dinamikus modellezését.

Jelen kutatás a műholdas alapú talajnedvesség becslést in situ terepi mérésekkel kombinálja. A MODIS műholdfelvételek látható és közeli infravörös sávjait felhasználva normalizált vegetációs index (NDVI) térképet készítettünk a mintaterületről, majd azt 10 kategóriába újraosztályoztuk. Ezekre a területekre ugyanazon időpontban készült MODIS felvétel hőtartományú infravörös csatornája alapján számított felszínhőmérséklet (LST – Land Surface Temperature) is rendelkezésünkre állt. Ezzel minden egyes osztályra hőmérsékleti statisztikát kaptunk, majd felszínhőmérséklet és a talajnedvesség értékek között lineáris kapcsolatot definiáltunk, feltételezve, hogy adott növényzeti osztály esetében a felszín hőmérséklete elsősorban a talaj nedvességtartalmától függ. Ennek eredményeképpen megkaptuk az adott időpontra vonatkozó talajnedvesség indexet (SMI – Soil Moisture Index).

A Dél-Alföldön és Vajdaságban 16 mérőállomásból álló hálózatot hoztunk létre. A mérőállomások talajnedvesség méréseit felhasználva regresszió analízissel kalibráltuk a műholdadatokról számított SMI értékeket.

Az SMI értékek folyamatos számításából a talajnedvesség változására vonatkozó trendek rajzolhatók ki, melyek segítségünkre lehetnek a jövőbeli aszályos periódusok előrejelzésében.

## 2. A talajnedvesség távérzékeléses mérési módszerei

Annak ellenére, hogy mennyire fontos a talajnedvesség a gyakorlat számára és hány különböző folyamatot befolyásol, nagyon nehéz dolgunk van, ha erről pontos adatokat szeretnénk gyűjteni, hiszen maga a mérési folyamat összetett, drága és csak kevés olyan állomás található, ami képes megfelelő adatot szolgáltatni (nincsenek állandó mérések). Nagy szükség van tehát egy olyan széleskörű, globális mérési programra, amely minden kérdésre választ ad. Kis mértékekben megfelelőek lennének a helyszínen végzett mérések, de ha nagyobb területet szeretnénk vizsgálni, akkor másféle módszereket kell alkalmaznunk. A műholdas mérési technikák fejlődésével a kutatók a távérzékelésre támaszkodnak, ha nagyobb mennyiségű adatot szeretnének nyerni, de a számítás menetére még mindig nincs egy egységes algoritmus, így sokféle próbálkozás és tanulmány látott már napvilágot a probléma megoldása érdekében (Mallick et al. 2009).



A talajnedvesség távérzékeléses mérési módszerein belül két fő irányt lehet megkülönböztetni. Az egyik a mikrohullámú műszeres méréseken alapszik, a másik, pedig a radiometrikus mérési technikával gyűjti az adatokat, infravörös sugárzást használva (Vicente-Serrano et al. 2004).

### 3. A mikrohullámú műszeres távérzékelés

Az elektromágneses spektrum mikrohullámú sávjában gyűjtött adatok jelentősége ugrásszerűen megnövekedett az 1980-as években. A mikrohullám hullámhossza a látható fény hullámhosszánál 2,5 milliószor nagyobb. A hullámhosszának tartománya 1mm-től 1m-ig terjed. A mikrohullámú energia áthatol a ködön, felhőkön, füstön és a földfelszín teljesen másként viselkedik a mikrohullámok visszaverődésekor és elnyelésekor, mint a látható fény tartományban. Ezek a tulajdonságok, pedig lehetővé teszik, hogy ezeket az elektromos hullámokat felhasználjuk a távérzékelésben (Mucsi 2004).

Ez a technika a talajfelszín 2-5, maximum 10 cm-es mélységében tud mérni és a talajok dielektromos értékeinek mérésén alapszik (ez a paraméter a különböző tárgyak reflektivitásával és vezetőképességével van összefüggésben). Nagy kontraszt van ugyanis a folyékony víz és a száraz talaj dielektromos értékei között, melyet ezzel a módszerrel lemérhetünk (Schmugge 1990).

A mikrohullámú mérési technikának azonban megvannak a hátrányai is. Az egyik az, hogy a kapott képek gyenge felbontásúak, így kisebb területeken nehezebb őket felhasználni. Ezen kívül még a vegetáció és a talaj egyenetlenségei is hátrányosan befolyásolhatják a mérések eredményeit (Patel et al. 2009, Wang et al. 2007).

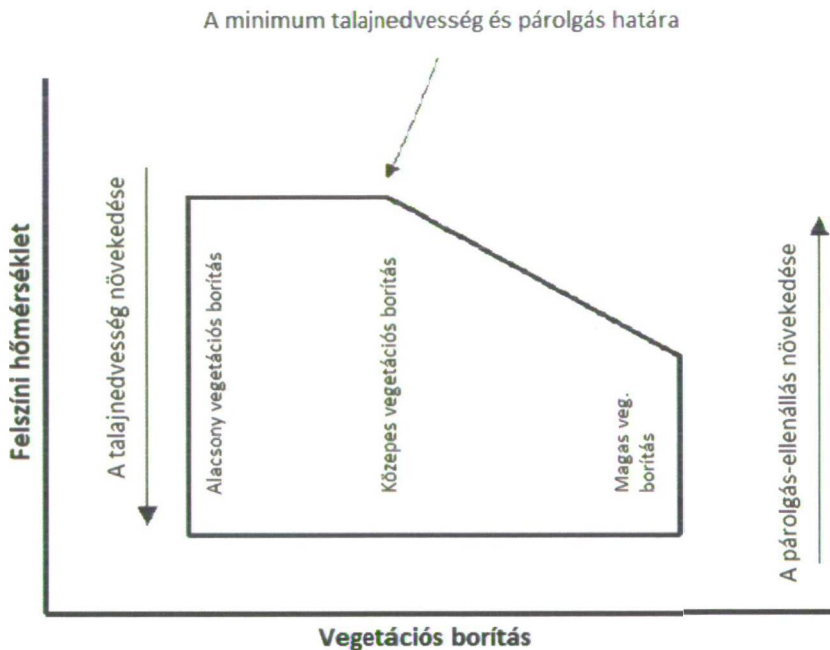
A legjelentősebb és legismertebb mérési technika ezen belül a radaros mérés. A radar egy aktív mikrohullámú szenzor, mely a saját energiaforrását használja a mérés során. Ez különösen jól kopár talajokon működik, a vegetáció negatívan befolyásolja a pontosságot (Mucsi, 2004).

### 4. A háromszög módszer

A fent felsorolt eredménytelenséget és pontatlanságot okozó hibák miatt több kutató (Patel et al. 2009, Wang et al. 2007) inkább az úgynevezett háromszög módszert választott annak érdekében, hogy meghatározza egy adott terület talajnedvesség értékeit.

Ez az eljárás radiometrikus mérési technikán alapszik és a látható, közeli infravörös (NDVI) és a termális infravörös sugárzást (LST) használja. Ezekből következtet a terület felszíni hőmérsékleti értékeire és vegetációs indexére, majd ezt használja fel annak érdekében, hogy kiszámítsa a talajnedvességet. A neve azért háromszög módszer, mert, amennyiben egy koordináta-rendszerben ábrázoljuk egy adott terület pixelértékeit ahol az x-tengely az NDVI-értékeket, míg az y-tengely a talajfelszín hőmérsékletét, az LST-t ábrázolja, akkor a térben kirajzolódik egy „felhő” ami alapján megállapítható egy nedves és egy száraz él (1. ábra). Ez a két él, pedig egy háromszöghöz hasonló alakzatot alkot (Mallick et al. 2009).





1. ábra. A felszíni hőmérséklet és a vegetációs borítás kapcsolatának ábrázolása (Serrano et al. 2004 alapján)

A háromszög átfogója reprezentálja a száraz élet, amely olyan pontokból épül fel, melyeknek alacsony a felszíni talajnedvessége, míg a háromszög alapja mutatja a nedves élet, ahol a pixeleknek maximális a talajnedvesség értéke. Látható, hogy amint a zöld vegetáció növekszik a x-tengely mentén, úgy csökken a maximális talajhőmérséklet. Azonban az elméleti és a mért adatok a valóságban mindig eltérnek egymástól, hiszen a száraz él zéró talajnedvességet és párolgást mutat, valamint egy maximális talajfelszín-hőmérsékletet. Nyilvánvaló, hogy nagyon ritkán fordul elő az, hogy egy területen ne legyen párolgás, illetve, hogy nulla legyen a talajnedvesség. Következésképpen, pedig a felszíni hőmérséklet is alacsonyabb lehet a feltételezetténél. Az LST-NDVI megközelítés akkor a legmegbízhatóbb, amikor mind a minimum, mind a maximum talajnedvesség érték megtalálható a vizsgált területen. A módszer sikerességének céljából szintén szükség van egy viszonylag heterogén területre, egységes atmoszférikus körülmények mellett (Mallick et al. 2009).

A háromszög módszerben azonban lehetnek olyan tényezők, melyek hátrányosan befolyásolják a mérések pontosságát. Ilyen például a mérőműszer látószögének figyelmen kívül hagyása, vagy az a tény, hogy amennyiben a vizsgált területen nem található meg minden fajta felszíntípus, akkor gyengébb eredményeket kaphatunk. Előfordulhatnak hibák a műholdas távérzékelés során, vagy a felhőborítás is ronthatja az eredményeket. Hiba forrása lehet a mélyebb rétegek hatása a felsőbb rétegekre, amelyekkel szintén nem tudunk számolni, valamint a felszín domborzati jellegéből adódó különbségek is befolyásolhatják méréseinket (Mallick et al. 2009).

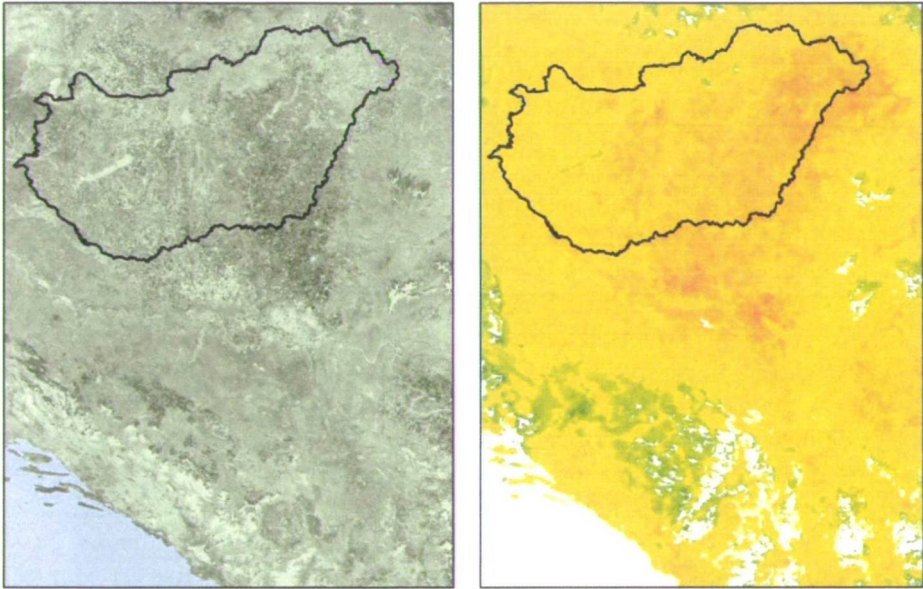
## 5. Adatforrások

Sok tudomány foglalkozik a földi vegetáció vizsgálatával nagyobb, globális méretekben. Az NDVI, azaz Normalized Difference Vegetation Index egy széles körben alkalmazott mutató, mellyel hiteles adatokat kaphatunk a különböző területek vegetációs borítottságáról. A kapott információktól a kutatók többek között azt várják, hogy jobban megértsék a Földet, mint egész rendszert. Ehhez viszont vizsgálnunk kell, hogy hogyan oszlik el a vegetáció típusok alapján, valamint, hogy ezeknek a típusoknak milyen biofizikai tulajdonságaik vannak. A távérzékelés lehetőséget ad arra, hogy vizsgáljuk a nagyobb változásokat a vegetációban, melyből következtethetünk többek között az emberi tevékenység okozta változások méretére vagy a klímaváltozás miatt kialakult eltérések nagyságára. A vegetáció hatással van az energiaegyensúlyra, a klímára, a hidrológiai és biogeokémiai körforgásokra, valamint felhasználható, mint indikátor a klimatikus változások és az emberi beavatkozások nagyságának mérésére. A vegetáció folyamatos mérésével továbbá következtethetünk mezőgazdasági aktivitásra, vizsgálhatjuk a föld felszínén keletkező elváltozásokat (vulkáni aktivitás), előrejelzéseket készíthetünk a szárazságról, vagy megjósolhatjuk egy éhínséges időszak eljövetelét (Huete et al. 1999).

Az LST, azaz a Land Surface Temperature egy kulcsparamétere a talaj felszínén lejátszódó folyamatoknak regionális és globális szinten egyaránt. Az LST adatokat a felszíni energiaegyensúly és az üvegházhatás indikátorának is tartják emiatt. Segítségével tanulmányozhatóak többek között a földfelszín és az atmoszféra között lejátszódó folyamatok, így felhasználják több klímakutatásról vagy hidrológia, ökológiai, biogeokémiai vizsgálatról szóló tanulmányban is (Wang 1999).

Kutatásunk során a MODIS MOD11A1 és a MOD13Q1 ingyenes termékeket használtuk, melyeket az USGS Earth Explorer honlapjáról töltöttük le (2. ábra). Az első adatforrásból (MOD11A1) egy adott terület LST értékeit tudhatjuk meg, a 31. és 32. spektrális sávban. Ezek térbeli felbontása 1000 m-es. A kapott adat tartalmazza többek között az LST réteget és egy minőségi adatot, mely arra alkalmas, hogy segítségével a pontatlan vagy hibás adatokat kiszűrjük. A második adatforrásból az NDVI értékeket kaptuk meg. Ez egy kompozit adat, amit 16 napos intervallumok napi maximum NDVI értékeiből számolnak ki. Így a 16 napos periódus valamely napjáról nagy valószínűséggel a terület minden pixelére rendelkezésünkre áll egy használható NDVI érték, akkor is, ha közben előfordultak felhős időszakok. Kutatásunkban nem jelent problémát, ha nem minden napról van mért NDVI adatunk, hiszen egy területen az NDVI értéke nem változik olyan gyorsan, mint a hőmérséklet vagy egyéb paraméterek. Az MOD13 termék tartalmaz a 16 naponta mért NDVI értékeken kívül egy minőségi réteget, mellyel kiválogathatjuk, hogy melyik pixelek nem alkalmasak arra, hogy felhasználjuk őket. Ennek az adatforrásnak a térbeli felbontása 250 m-es. (Wang 1999, Huete et al. 1999).





2. ábra. Egy MODIS vegetációs index kép (bal) és egy talajhőmérsékletet ábrázoló kép (jobb)

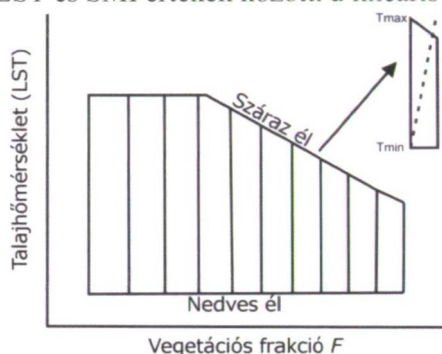
## 6. Munkafolyamat

A munkafolyamat 4 fő lépésből áll: (1) az adatok letöltése, (2) az NDVI adat feldolgozása, (3) a talajhőmérséklet adat feldolgozása, (4) az LST-NDVI háromszög létrehozása és (5) az SMI térkép számítása.

- (1) Az első lépésben, egy saját fejlesztésű ArcGIS eszköz felhasználásával - melyben inputként meg kell adnunk a kezdő és végső dátumokat, illetve a térbeli kiterjedést - letöltjük a MOD11A1 és MOD13Q1 adatokat az USGS Earth Explorer adatbázisból. Az eszköz egy Python skriptet futtat, mely automatikusan kiválasztja és letölti a megfelelő LST adatokat és ezekhez kapcsolódó NDVI fájlokat (3. ábra).

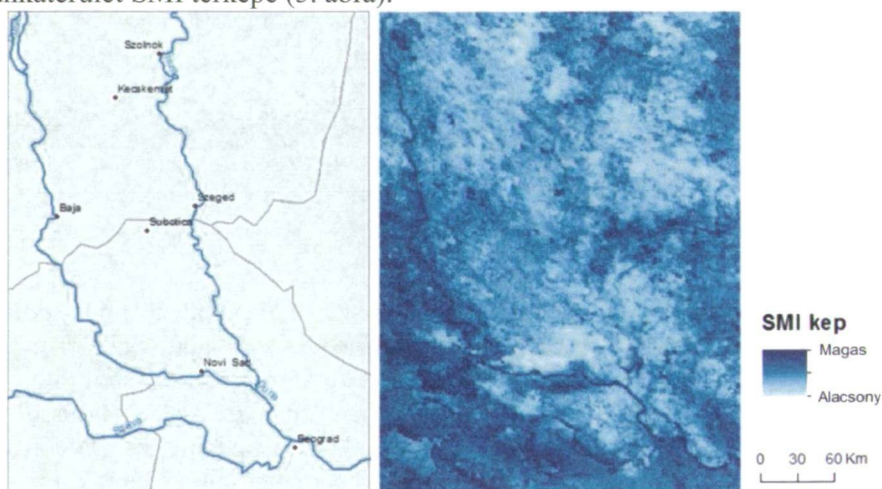
3. ábra. Az SMI számításhoz szükséges adatok letöltése ArcGIS eszközzel

- (2) A NDVI adat feldolgozásának kezdő lépésében egy maszkot hozunk létre a MOD13 minőségi réteg alapján. Így kivonjuk a megfelelő minőségű adatot az eredeti adatbázisból. Az eredmény adatokból létrehozunk egy térbeli részadathalmazt, amit úgy kalibrálunk, hogy -1-től 1-ig terjedő adatintervallumot kapjunk. Végül ezeket az értékeket normalizáljuk és így kiszámoljuk az úgy nevezett  $F$  vegetációs frakciót.
- (3) A talajhőmérséklet adatot is kimaszkoljuk a minőségű réteg alapján, majd a kivont adatból kivágunk és kalibrálunk egy részadathalmazt. Az következő lépésben átmintázzuk az 1000 méteres LST adatot, hogy térbeli felbontása igazodjon a vegetáció adat 250 méteres felbontásához.
- (4) A vegetáció frakció adathalmazt 10 egyforma szélességű osztályba soroljuk. A talaj hőmérséklet réteg alapján minden vegetáció osztályba tartozó pixelhalmazhoz meghatározzuk a minimum és maximum LST értékeket. Ezután minden osztályon belül kiszámítjuk az LST és SMI értékek közötti a lineáris kapcsolatot (4. ábra).



4. ábra. az LST és SMI értékek közötti a lineáris kapcsolat

- (5) A lineáris kapcsolat alapján a 10 vegetáció osztály minden pixelének kiszámoljuk a talajnedvesség index (SMI) értékét. A 10 külön SMI térképből összeáll a teljes munkaterület SMI térképe (5. ábra).



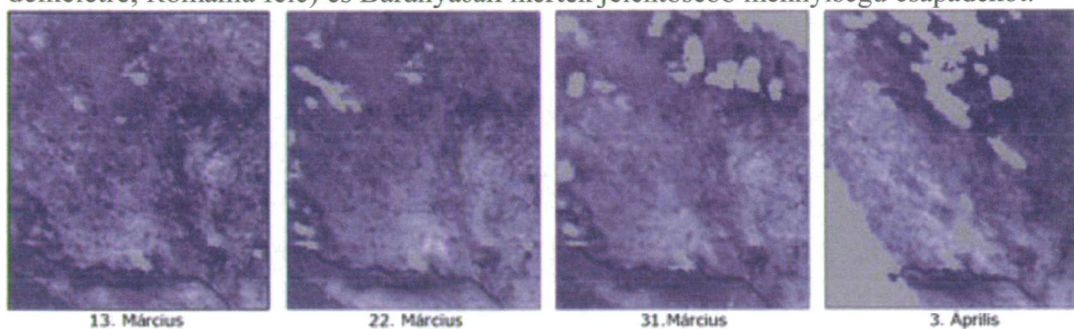
5. ábra. SMI eredménytérkép



## 7. Eredmények

Az eredmény SMI térképek 1 x 1 km felbontásban relatív skálán (0-1 értékek) adják meg a talaj nedvességtartalmát, ahol 0 a legalacsonyabb, míg 1 a legmagasabb talajnedvességet jelöli. Ezek a térképek tehát a mintaterület talajnedvességének relatív eltéréseit mutatják be. A lenti példán a folyók vonalas futása, a szárazabb homoktalajok és az erdős területek jól kirajzolódnak. A kimeneti adatokon gyakran látható "lyukakat" a felhőborítás - vagy a jó minőségű adatgyűjtést akadályozó egyéb probléma - következtében jelentkező termális adathiány okozza.

Az elkészült képeken jól látszanak a talajnedvességbeli különbségek (5. és 6. ábra). Észrevehető, hogy a folyók (különösen a Duna mentén) igen nagy SMI értékeket kaptunk. Ezen kívül még az átlagtól magasabb értékeket tapasztalhatunk Bajától nyugatra, a hármashatárnál, valamint a horvát területeken. Feltűnően alacsony értékek vannak Újvidéktől észak-északnyugatra, a szerb-román határ mentén, valamint Magyarországon Békés-megye és Kecskemét-Szolnok környékén. A kapott eredmények helyességének leellenőrzésére érdemes egy pillantást vetni a területen február 27-től március 6-ig lezajló időjárási eseményekre. Ezen belül különösen a csapadékmennyiség ismerete fontos. Ebben az időszakban a vizsgált területen változó időjárás volt tapasztalható. Február 28-án voltak kisebb esőzések az ország közepén, illetve Baranyában, Bajától keletre. Március elsején viszonylag sok csapadék esett a Duna-Tisza közén, valamint ismételt Baranyában. Az ezt követő három napban kevés csapadék esett, azonban Baranya és Szeged környékén ismét mértek pár milliméter esőt. A következő csapadékosabb nap március 6-a. Ekkor ismét Szeged környékén (a várostól délkeletre, Románia felé) és Baranyában mértek jelentősebb mennyiségű csapadékot.

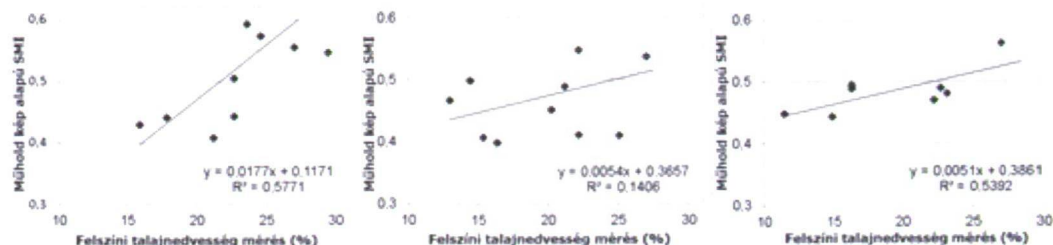


6. ábra. SMI eredmény idősor

## 8. Validáció

Az SMI térképek értékeléséhez azokat össze kell vetni a mintaterületről, a felvételezéssel egyidőben gyűjtött terepi talajnedvesség adatokkal. Az újvidéki partnerünkkel, a Dél-Alföldön és a Vajdaságban, egy 16 mérőállomásból álló hálózatot hoztunk létre. A mérőállomások talajnedvesség méréseit regresszió analízissel vetettük össze a műholdadatokból számított SMI értékekkel. A két adathalmaz között azonban sajnos csak gyenge korrelációs kapcsolatot sikerült kimutatnunk (7. ábra). Ennek oka a méretarányban mutatkozó nagy eltérés, a talajnedvesség mérések mélysége és azok

időbeli eltérése, illetve az a tény, hogy a mérőállomások nem jól reprezentálják tágabb környezetüket. Az értékelés pontosításához további elemzésekre van szükség.



7. ábra. A validáció eredményei

## 9. Következtetések

Ez idáig sajnos csak gyenge korrelációt sikerült találni a műholdas adatokból származtatott és a terepi talajnedvesség értékek között. Amíg erre megoldást nem találunk, a terepi mérések nem használhatók az SMI térképek kalibrációjához, így azokból abszolút talajnedvesség értékek nem számíthatók. Lehetőség van azonban a fenti módszerrel a talajnedvesség relatív változásának folyamatos monitorozására. Az abszolút talajnedvesség idősorok fontos szerepet játszhatnak a jövőbeli aszályos periódusok előrejelzésében.

## Irodalom

- Huete A., Justice C., van Leeuwen W. (1999): MODIS vegetation index (MOD 13) algorithm theoretical basic document 1-6
- Mallick K., Bhattacharya B.K., Patel N.K. (2009): Estimating volumetric surface moisture content for cropped soils using a soil wetness index based on surface temperature and NDVI. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149, 8, 1327 - 1342.
- Mucsi L. (2004): Műholdas távérzékelés, Libellus Kiadó, Szeged, 136-142.
- Patel N.R., Anapashsha R., Kumar S., Saha S.K., Dadhwal V.K. (2009): Assessing potential of MODIS derived temperature/vegetation condition index (TVDI) to infer soil moisture status. *Int. J. of Remote Sensing*, 30, 1, 23 – 39.
- Schmugge T. (1990): Measurements of surface soil moisture and temperature, In: Hobbs, R.J. and Mooney, H.A.(Eds.), *Remote Sensing of Biosphere Functioning*, Springer-Verlag, New York.
- Vicente-Serrano S.M., Pons-Fernandez X., Cuadrat-Prats J.M.(2004): Mapping soil moisture in the central Ebro river valley (northeast Spain) with Landsat and NOAA satellite imagery: a comparison with meteorological data. *Int. J. of Remote Sensing*, 25, 20, 4325-4350.
- Wang Z. (1999): MODIS Land Surface Temperature Algorithm Theoretical Basis Document (LST ATBD) 2-6.



# ÜZEMLÁTOGATÁSOK A KÖRNYEZETVÉDELMI KÉPZÉSEK SZÍNVONALÁNAK EMELESE ÉRDEKÉBEN

*Barta Károly – Rakonczai János*

## 1. Bevezető

A ZENFE pályázat Megvalósíthatósági Tanulmánya 1.8. pontja szerint kiemelten fontos a gyakorlat és a képzési programok összekapcsolása. Az SZTE ennek keretében számos egyéb megoldás mellett az üzemlátogatások megvalósítását is vállalta.

A Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport ennek keretében három jellegében különböző területet választott. A hulladékgazdálkodás napjaink egyik legjobban ismert társadalmi problémája, de az elmélet és a gyakorlat között gyakran még szakadék tátong. Egy regionális hulladékkezelő jó áttekintést biztosított a hallgatóknak a napi valóságról. A radioaktív hulladékok problémáját egyfajta titokzatosság lengi körül – gyakran indokolatlanul. Ezért tartottuk fontosnak, hogy a hallgatóink testközelből szerezzenek tapasztalatokat a legfiatalabb ilyen lerakóról. Az árvízi problémákról és a folyókon létesített duzzasztókról szintén sok tévképzet van társadalmunkban. Ezek tisztázását segítette a harmadik üzemi programunk.

## 2. Regionális Hulladékkezelő Telep, Szeged

2014. március 28-án 17 környezettudomány és környezetmérnök MSc-s hallgató részvételével szerveztük meg a Szeged, Sándorfalvi úti Regionális Hulladékkezelő Telep megtekintését, ahol Szegeden kívül még több mint 30 környező település kommunális hulladékának a feldolgozása, illetve végleges elhelyezése történik meg. Az üzemlátogatás célja kettős volt: egyrészt szerettük volna elmélyíteni a résztvevő hallgatókban a környezettudatos gondolkodást a hulladéktermelés minimalizálására való törekvéstől a szelektív hulladékgyűjtés fontosságáig, másrészt pedig be akartuk mutatni a lakosság által termelt rendkívül sokféle hulladék további útját, feldolgozási, felhasználási lehetőségeit. E másodikként megfogalmazott célhoz kapcsolódóan végzős környezetvédelmi szakembereink egyik fontos potenciális munkaadói köre a hulladékgazdálkodáshoz kapcsolódik, amiért különösen fontosnak tartjuk a piaci szereplők ezen szegmensének a megismertetését is.

A telephelyen Biacsi Schön Áron, hulladékgazdálkodási részlegvezető kalauzolt bennünket végig. Elsőként megtekintettük a szelektív hulladék feldolgozását végző üzemegységet, melyben részben automatizált, részben manuális technikával kerülnek elkülönítésre a szelektíven gyűjtött hulladékok, melyek további sorsa az újrafeldolgozás. Ezt követően a szennyvíz- és csurgalékvíz tisztító telep bemutatására került sor. A kaszkádrendszerű, teljes biológiai tisztításra alkalmas létesítmény a hulladéklerakó depóniájából érkező csurgalékvizeken kívül kommunális jellegű szennyvizeket és csapadékvizeket is befogad. A biogázhasznosító telep és az építési hulladék-feldolgozó

üzem után hallgatóink részletesen megismerkedhettek a nemrégiben megnyílt európai szintű komposztáló üzemmel. Itt mind a városüzemeltetésből adódó zöldhulladék, mind pedig a háztartásokból kikerülő konyhai szerves hulladékok befogadásra és feldolgozásra kerülnek, de helye van itt a mezőgazdasági és kertészeti eredetű növényi hulladékoknak és bizonyos derítőiszapoknak is. A komposztálás végterméke kiválóan alkalmazható talajjavításra, sajnos azonban napjainkban még elég kis kereslet mutatkozik iránta.

Hallgatóink az elméleti órák fontos kiegészítőjének tartották a testközelből szerzett tapasztalatokat, amelyek nem csak pluszt tudást, de további motivációt is jelentettek leendő munkájukhoz.



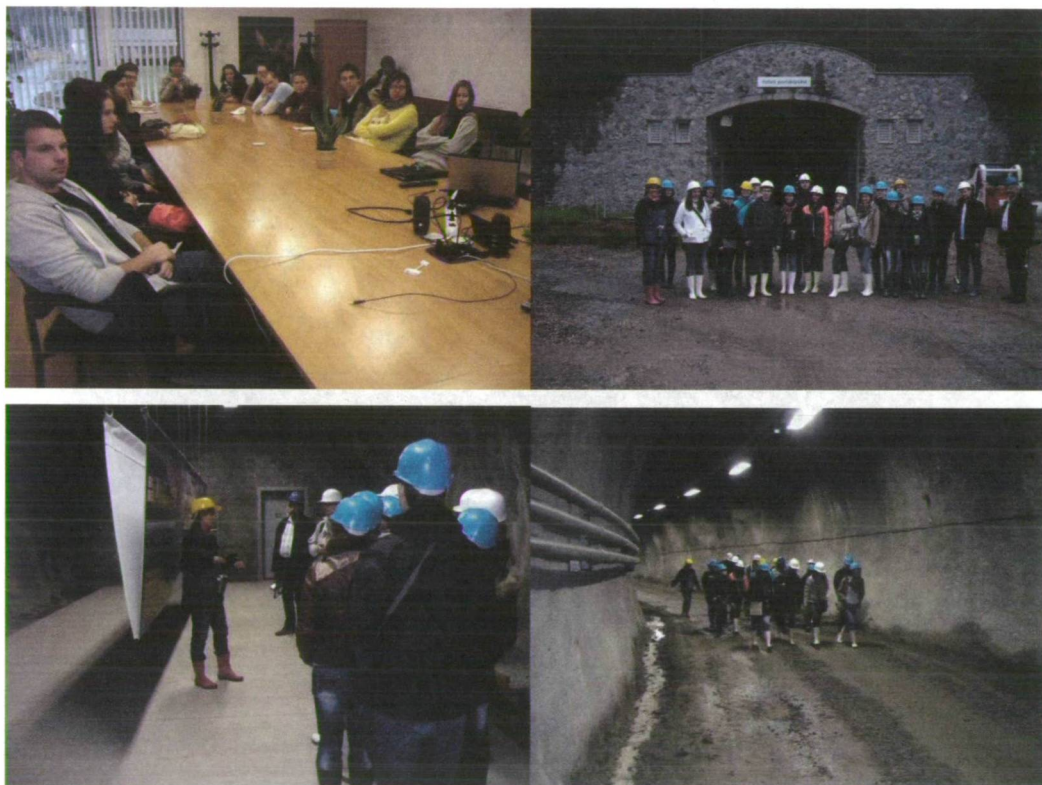
*1. kép. A Sándorfalvi úti Regionális Hulladékkezelő Telep látogatásán résztvevő hallgatók*

### **3. Radioaktív hulladéklerakó, Bábaapáti**

Hazánk egyik legnagyobb, folyamatban lévő környezetvédelmi beruházása a bábaapáti határában található radioaktív hulladéklerakó, melyben a Paksi Atomerőműből kikerülő szilárd és folyékony, kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok kerülnek végleges elhelyezésre. A több évtizedes előzetes geológiai és hidrogeológiai kutatásokat követően 2005-ben indult meg a földalatti tározótér kialakításának első lépése, a 2 db, egyenként 1700 m hosszú lejtakna hajtása. Ezek végén kerültek, illetve kerülnek kialakításra a tározóterek, ahol a 200 literes hordókban érkező hulladékok betonba öntve jutnak a végleges helyükre. A Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolót a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. üzemelteti.



A ZENFE projekt keretén belül 2014. április 17-én az SZTE 18 geográfus MSc és környezetmérnök MSc szakos hallgatójának volt lehetősége a hulladéklerakó megtekintésére. A látogatás keretein belül Bertalan Csaba, a telephely vezetője tartott rövid tájékoztatást a létesítmény céljáról, feladatairól, illetve részletesen bemutatta a hulladéktároló működéséhez kapcsolódó környezeti monitoring rendszert a levegőminőségtől elkezdve a talaj, a felszíni és a felszín alatti vizek monitoringján keresztül az ott dolgozók rendszeres egészségügyi ellenőrzéséig. Ezt követően a hallgatók látogatást tettek a keleti lejtaknában, ahol Honti Gabriella kommunikációs osztályvezető tartott előadást, majd az első keresztvágatban megtekintették az érdeklődők számára kialakított információs poszttereket, illetve az építési munkálatokat és üzemeltetést bemutató rövidfilmet.



*2-5. képek. Bataapáti üzemlátogatás a felszínen és a felszín alatt*

A sikeres üzemlátogatás legfontosabb célja az volt, hogy a hallgatók betekintést nyerjenek egy ilyen volumenű beruházás szakmai hátterébe, megismerjék az építkezéssel és üzemeltetéssel kapcsolatos környezetvédelmi vizsgálatokat és monitoring rendszert, és mint leendő szakemberek, potenciális munkavállalók közvetlen kapcsolatba kerülhessenek a hazai radioaktív hulladék-elhelyezésben dolgozó szereplőkkel.

### 3. A Kiskörei-duzzasztó és néhány kapcsolódó létesítmény

A „Bős-Nagymaros-i történések” óta a lakosság jelentős részének komoly fenntartásai vannak a duzzasztókkal, pedig a 2000. évi cianid szennyezés példája jól mutatta, hogy ezek a kellő hozzáértéssel akár jelentős szerepet is betölthetnek a rendkívüli vízszennyezések káros hatásainak mérséklésben – az eredetileg meghatározott sokrétű céljaikon túl.

Az 1975-ben átadott Kiskörei Duzzasztó – és a felépítése nyomán kialakult Tisza-tó – eredeti fő céljai az öntözővíz biztosítása az Alföld legaszályosabb központi területein, vízi energia termelése, az árvízi biztonság növelése, a turisztikai lehetőségek bővítése és a vízi közlekedés lehetőségeinek kiterjesztése voltak. Az utóbbi kivételével a többi cél megvalósítása alapvetően sikeresnek mondható.

A 2014. április 23-án teljesített üzemlátogatások keretében három létesítmény működését tanulmányozhatták a hallgatók: a Kiskörei Duzzasztó (és hozzá kapcsolódóan a Tisza-tó), a Tiszavíz Vízerőmű Kft Kiskörei Vízerőműve (amely a duzzasztótól különálló egységként működik) és a Tiszaroffi Árvízi Szükségtározó.

A Kiskörei Duzzasztó és a hozzá kapcsolódó vízügyi létesítmények működését Tóth Gábor üzemmérnök mutatta be. Ismertette a különböző időszakok szabályozási szintjeit, a duzzasztó részelemeinek működését és funkciót, a cianid-szennyezés kárelhárítását. A másfél órás elméleti ismertetést az egyes egységek részletes bejárása követte. Ennek folyamán a hallgatók megismerkedhettek az éppen zajló fejlesztésekkel és gyakorlati feladatokkal. A Kiskörei Vízerőműben Horváth Henrietta mutatta be az erőművet elméletben és gyakorlatban egyaránt.

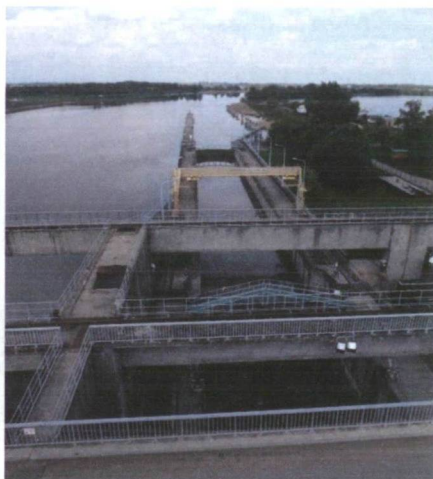
A Kiskörei Duzzasztó környezetében az utóbbi időben két árvízi vésztározó készült el (Tiszaroffi ÁVT és a Nagykursági ÁVT). Ezek közül az előbbit részletesebben, az utóbbit – időhiány miatt – csak rövid időre tekintettük meg. A közel 23 km<sup>2</sup>-es, 97 millió m<sup>3</sup> befogadóképességű Tiszaroffi ÁVT esetében megtekintettük mind a bevezető, mind a leeresztő zsilipet. Ezek a tározók elsősorban a Közép-Tisza árvízi csúcsmagasságának mérséklésében játszanak szerepet.



6. kép. A Kiskörei Duzzasztó a vezérlő épületből

7. kép. A Tisza-tó vízgazdálkodási irányítását Tóth Gábor mutatta be

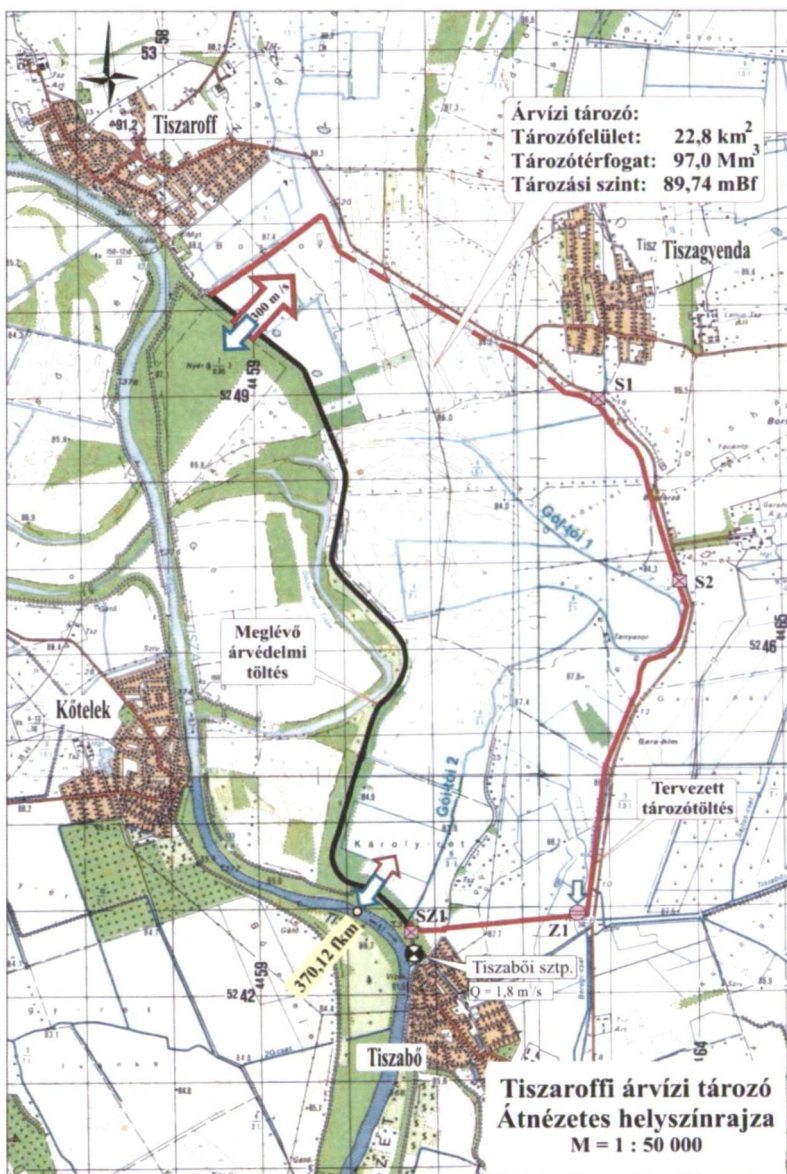




*8-9. kép. A hajózsilip bemutatása*



*10. kép. A Tiszaroffi ÁVT beeresztő zsilipje*



1. ábra. A Tiszaroffi árvízi tározó helyszínrajza (forrás: vizugy.hu)



# A MAGYAR GEOTERMIKUS ADATBÁZIS (MGA)

*Pál-Molnár Elemér – Kóbor Balázs – Medgyes Tamás – Batki Anikó –  
Perleusz Dávid – Kárnyáczki Éva Brigitta*

## 1. Bevezetés

Munkánk általános célja az volt, hogy Magyarország felhagyott és termelő geotermikus kútjairól olyan on-line szakmai és szakértői adatbázist alkossunk meg, amelynek adatai hatékonyabban alkalmazhatók lokális, regionális és szinoptikus hidrodinamikai és hőtranszport-modellek felépítéséhez, futtatásához, az abból kinyert információk statisztikai és GIS alapú térképi megjelenítéséhez.

Ehhez első lépésben egy olyan SQL adatbázismodell készült el, amely egyetlen struktúrába kapcsolja az országban elterjedt kútkataszterek és kút-jegyzőkönyvek adatsorait. Ennek értelmében a rendszer minden kútról 5 paramétercsoportban (általános kútdatok, litológiai adatok, termálvíz adatok, mérési adatok, műszaki adatok) 48 egymással közvetlen és közvetett logikai kapcsolatban álló alapparamétert tartalmaz, ami mind a paramétercsoportok, mind pedig a kútvizsgálatok ideje szerint korlátlanul bővíthető. A bővíthetőséggel az aktuális kút-adatsorok mellett, a hosszú adatsoroknak köszönhetően a kútparaméterek változásai is rögzítésre kerülhetnek, ami alapot biztosít a hidrodinamikai és hőtranszport-modellezésekhez szükséges prognózisok, tendenciák meghatározására.

A munkánkkal egy olyan moduláris struktúrájú geotermikus és hidrogeológiai szakértői rendszer informatikai alapjait építettük fel, amely a komplex adatsorok és modell inputadatok lekérése mellett szakmai közösségi platformot is biztosíthat, ösztönözve a szakmai kooperációt és integrációt, elősegítve a hatékony információkinyerést, végső soron pedig a hatékonyabb, versenyképesebb kutatómunkát és kapcsolódó disszeminációs tevékenységeket.

## 2. Az adatbázis strukturális felépítése és kialakításának módja

Összetett struktúrájú adatbázisok felépítése hosszú folyamat, alapvetően azonban hét jól lehatárolható lépésre bontható.

### 2.1. Adatforrások felkutatása és elemzése

Az adatbázis-struktúra kialakításának első szakaszában felkutattuk azokat az adatforrásokat, amelyek kellő mennyiségű és hasznosítható adat biztosítására képesek egy induló adatbázis kialakításához. Ebben a munkában Dr. Szanyi János (SZTE), Jánosi-Mózes Tibor (SZTE) és Dr. Kovács Balázs (Miskolci Egyetem), valamint Szongoth Gábor (Geo-Log kft. vezetője) volt a segítségünkre. Az induló lépésekhez szükséges adatsorok egyrészt K+F munkákból rendelkezésre álló adatokat, másrészt egy



– reprezentatívnek tekinthető – piaci szereplő adatállományait is applikálhatta, ami kellően széles adatspektrumot definiált, optimális feltételeket biztosítva az alább ismertetett egységes adatstruktúra kialakításához.

## *2.2. Adatok csoportosítása, „adatfésülés”*

A meglévő adatsorok áttekintését követően alakítottuk ki az öt fő paraméter-csoportot, így az (1) általános kútdatok, (2) litológiai adatok, (3) termálvíz adatok, (4) mérési adatok, (5) műszaki adatok csoportjait, melyeket további alkategóriákra bontottunk. A kategóriák minden adatforrásban lehatárolhatók, az alkategóriák esetében azonban eltérések mutatkoztak. Az „adatfésülésnek” éppen ezért elsősorban itt volt jelentősége. Az alparaméterek értékei képezik a majdani hidrodinamikai számítások alapját, így nagy jelentőséggel bírt, hogy milyen paraméterek képezzék az adatbázis részét.

## *2.3. Az adatbázismodell kialakítása*

A fejlesztési fázis harmadik lépése során a rendelkezésre álló adatok tárolását, azok elérését, feltételek szerinti szűrését és egyéb lekérdezések végrehajtásához elengedhetetlen adatbázis-környezet alapjait kellett elkészíteni, amihez logikus, átlátható és könnyen kezelhető adatbázismodell kialakítására volt szükség. Az adatbázismodell kialakítása több olyan lépést tartalmazott, aminek részletezésére annak informatikai jellege miatt jelen dokumentumban nem térünk ki – az eredmények szempontjából pedig nem is feltétlenül szükséges kitérni – így csak az eredményeket közöljük. A modell kialakítása során a legfontosabb lépések, pl. a relációk definiálása, index mezők létrehozása stb. voltak.

## *2.4. Az adatbázis felépítése*

Az adatbázismodell kialakítása során egy olyan „terv” született, ami a konkrét adatbázis kiépítésének lépéseit tartalmazta. A Magyar Geotermikus Adatbázis MySQL környezetben készült el, ami a céljainknak megfelelően egy többfelhasználós, többszálú és igen elterjedt, megbízható SQL-alapú relációs adatbázis-kezelő rendszer. Az adatokhoz közvetlenül egy ún. PHP MyAdmin felület biztosít belső kliens felületet.

## *2.5. Kliensfelület kialakítása*

Az adatmodell és a konkrét adatbázis kialakítása után fontos lépés az ún. kliensfelület kialakítása, ami független a belső szerver oldali kienstől (lásd az előző alfejezetben). A kliensfelület (külső kliens felület) feladata, hogy a felhasználók számára olyan célzott adminisztrációs felületet biztosítson, ami az adatok egyszerű kezelésének és könnyű elérhetőségének biztosít lehetőséget. A kliens felület kapcsolja össze a felhasználót/adminisztrátort az adatbázissal, a kliens oldal tartalmazza azokat az előre beállított lekérdezési módokat, ami az adatbázisból kerül megjelenítésre. A kliens kialakítása során az egyszerűség és átláthatóság elvei érvényesülnek, ami egy letisztult vezérlő felületet eredményezett. A kliens oldal önálló bejelentkezési felülettel



rendelkezik. Az adatbázist csak a megfelelő jogosultsággal rendelkező adatkezelők/adminisztrátorok használhatják. (A kliens részletes ismertetésére az MGA user interface modul alfejezetben kerül sor.)

## 2.6. Adatbázis feltöltése

A meglévő kliensfelület olyan egységes adatbeviteli mezőket jelenít meg, ami az adatok célzott rögzítését teszi lehetővé, bonyolult műveletek végrehajtása nélkül. Az adatbázis feltöltésének teljes menetét később részletesen ismertetjük.

## 2.7. Adatbázis és kliensfelület kalibrációk

A kliens oldali felületen biztosítani kell, hogy a bevitt adatok a szükséges és előre definiált peremfeltételeknek (adattípusok ellenőrzése, kötelezően kitöltendő mezők és a már létező adatok vizsgálata stb.) megfeleljenek, és csak helyes, pontos adatok rögzüljenek az adatbázisban.

A kalibráció másik fontos lépése, hogy az adminisztráció/adatkezelés során fellépő igények is beépüljenek a kliens felületbe, azaz felhasználóbarát megoldások is az adatkezelés részét képezzék (pl. döntéstámogatás/félaautomatizálás lehetősége sokszor ismételt affin adatok bevitele esetén, automatikus koordinátaváltás stb.).

# 3. Adatfeltöltés struktúrája

## 3.1. Általános kútdatok

Adatfeltöltő oldalon nyílik lehetőség az összegyűjtött jegyzőkönyvek, datalogok rögzítésére. Az első csoport tartalmazza az „Általános kút/fúrás adatokat”. Az általános kútdatok paramétereinek definiálásakor törekedtünk arra, hogy a Magyarországon széles körben alkalmazott, vagy ismert sorszámozások (kataszteri adatok) is rögzíthetők legyenek. Egy kút legalapvetőbb paraméterei a (1) fúrás neve, a (2) fúrás száma, a (3) fúrás dátuma, a (4) fúrás helye, azaz földrajzi koordinátái, valamint a (5) fúrás talpmélysége. Ezek ismeretének hiányában elvileg nincs lehetőség kútrögzítésre. A nagy számban felbukkanó hiányos adatsorok azonban szükségessé tették azt, hogy a „szigorú” rögzítési szabályokon enyhítsünk. Gyakran nem ismert a fúrás pontos dátuma, illetve sokszor pontatlanok, vagy ismeretlenek a fúrások pontos koordinátái is. A (3) és (4) alparaméter ugyan kötelező elem, annak hiányos feltöltése esetében azonban a kút meglévő adatai továbbra is mentésre kerülnek. Ismeretlen dátum esetében a rendszer automatikusan az ország első ismert fúrásának dátumát 1860 év, január 1-jét definiálja. A koordináták hiánya esetében pedig automatikusan 0,0 koordinátákat rögzít. A hiányos adatok később könnyen kiegészíthetők, a nem teljes adatokat tartalmazó kutak listázása ráadásul egyszerűbb az egységes paraméterek ismeretében.

Mivel a kútjegyzőkönyvek nem feltétlenül azonos koordinátarendszert használnak, szükség volt a koordináták egységesítésére is. Tekintettel arra, hogy az általunk felhasznált kataszteri jegyzőkönyvek már az IUGG GRS 1967 alapfelületre

épülő elsősorban EOVS koordináta-rendszerben, egyéb jegyzőkönyvek esetében – nem elhanyagolható mennyiségben – pedig WGS koordinátákban megadott pozíciók szerepeltek, szükségszerű volt a beviteli mezők automatizált oda-vissza történő átszámítása. Ez egyrészt az egyszerűbb adatkezelés miatt, másrészt a koordináták későbbi térképi megjelenítése miatt volt fontos lépés, amihez – mint arra majd később kitérünk – a Google Maps alkalmazásokat használtuk fel, ami WGS 84-es koordinátát használ. A koordináták számítását egy önálló, a kliensfelületbe épített algoritmus végzi el. A kapott WGS 84-es koordinátában megadott eredményeket kapja meg a Google Maps input adatokként.

A (1) fúrás neve mező lényegében a fúrási jegyzőkönyvben megadott nevet tárolja, ami nagy rendszerességgel a fúrási helyszínhez legközelebbi település nevével egyezik meg. A (2) fúrás száma, a fúrás hivatalos kataszteri száma, azaz egyedi azonosítója, ami egyértelműen meghatározza a kútat. A (5) kút talpmélysége a kút eredetileg fúrt mélységét tárolja (a feltöltődések miatti változások a kút műszaki paramétercsoportjában kerülnek külön tárolásra, ezt lásd később!).

Nem kötelező kút alapadatok közé tartozik a (6) kút tengerszint feletti magassága, az egyezményes balti és atlanti magassághoz való viszonya alapján. Szerepelhet még a (7) hévízkút kataszteri szám, amennyiben a kút rendelkezik ilyennel.

Az alapadatok mellé megjegyzés fűzhető, illetve kiválasztható az adatok forrása is, egyelőre az induló adatbázis forrásaira korlátozva (vízföldtani napló, mérési napló, egyéb.).

### 3.2. Litológiai adatok

A litológiai, vagy petrográfiai adatok kategóriacsoportba a fúrás során elért rétegek paraméterei kerültek. A kiemelt alkategóriákban a fúrással érintett rétegek korát és összetételét lehet elmenteni. Mivel különböző fúrásoknál több és rendszerint eltérő számú rétegszám fordul elő, így a beviteli adatsor opcionálisan bővíthető a rögzíteni kívánt rétegek számának függvényében.

A litológiai paramétercsoportban tehát (1) az érintett/rögzíteni kívánt rétegek kora, (2) az érintett/rögzíteni kívánt rétegek litológiai jellemzői, (3) az adott rétegek fekvése (méterben) adható meg, ezen kívül (a kút jegyzőkönyvek leírásai alapján) (4) a hővezető képesség ( $W/mK$ ), (5) a  $Pe\%$ , azaz a pelit százalékos értéke, valamint (6) a  $Pe/Ps\%$ , azaz a Pelit/Pszammit százalékos aránya rögzíthető. Az (5) és (6) paraméterek elsősorban az adatbázis későbbi fejlesztésének alapját képezik.

A litológiai adatok között a (1) rétegek kora alparaméter esetében a fúrásoknál előforduló korok szerepelnek, melyek megegyeznek a földtörténeti korokkal, míg a (2) rétegek litológiai jellemzői alparaméterhez a hasonló legördülő listában a legfontosabb összetétel típusok választhatók ki. Valamennyi paraméterhez opcionális mező lett rendelve, arra az esetre, ha olyan kor ill. litológia felvitelére lenne igény, ami nem szerepel a listában.

A rétegek korlátlan bővíthetőségéhez hasonlóan lehetőség van rétegenként történő törlésre is. Fontos megjegyeznünk, hogy az adatbázismodell kialakításakor olyan



fejlesztési irányokat is figyelembe vettünk, amelyek ismertetése nem képezi a jelen tanulmány tárgyát.

### 3.3. Geotermikus adatok

A Geotermika kategóriacsoport egy újabb összetett felület, a geotermikus adatok felvételére és rögzítésére. A kategória azon adatok rögzítésére szolgál, amelyek az adott réteg hőtani jellemzőinek meghatározását biztosítják. A paramétercsoport alparamétereiben megadhatók (1) a különböző rétegeknél mért és lejegyzett hőmérsékletek ( $^{\circ}\text{C}$ -ban) a mélység függvényében. Emellett rögzíthető (2) a mért hőmérsékleti érték típusa, amihez a kútjegyzőkönyvek adatsorait figyelembe véve az alábbi típusokat definiáltuk:

- (a) talphőmérsékleti mérés eredmény,
- (b) beáramló folyadékban mért hőmérsékletadat,
- (c) kapacitásmérés során mért hőmérsékletadat,
- (d) kútszájon kifolyó folyadék hőmérséklet,
- (e) termelő kútban, speciális vizsgálatkor mért hőmérséklet,
- (f) figyelőkútban ill. hosszabb ideje lezárt kútban mért hőmérséklet,
- (g) fúrószáras rétegvizsgálat során mért hőmérséklet,
- (h) nem stacioner termoszelvényből kiolvasott hőmérséklet,
- (i) maximum hőmérővel, nem talpon mért hőmérséklet,
- (j) ismeretlen eredetű hőmérsékletadat.

Lehetőség van speciális (3) és (4) „tól-ig” értékek magadására, ami a beáramló folyadékban végzett hőmérsékletmérés esetén (pl. teszter, kapacitásmérés) a megnyitott szakasz tetejének és aljának felszíntől mért mélysége, méterben.

Emellett rögzíthető (5) a vízhozam, ami kútszájon mért hőmérséklet esetén a kút hozama a hőmérséklet mérés idején,  $\text{m}^3/\text{perc}$  egységben. Talphőmérséklet mérésakor (6) az utolsó öblítés időtartama órákban. Ezek a hőmérséklet adatok korrekciójához, és minősítéséhez szükséges értékek.

Az (7) idő mező rögzíti az utolsó öblítés és a mérés időpontja között eltelt időt, óra egységekben. Rögzíthető (8) a fúrás átmérője mm-ben, ami befolyásolja a termelés mértékét. Fúrási (9) referencia típusok is felvihetők a következő választható értékek alapján:

- (a) szénhidrogén kutató/termelő fúrásban mért hőmérséklet
- (b) vízkutató/termelő kutakban mért hőmérséklet
- (c) olajipartól vízhasznosításra átadott kútban mért hőmérséklet
- (d) szén- vagy lignitkutató fúrásban mért hőmérséklet adat
- (e) érckutató fúrásban mért hőmérséklet
- (f) bauxitkutató (vízfigyelő) fúrásban mért hőmérséklet adat
- (g) MÁFI adattárából származó hőmérséklet adat általában
- (h) felszíni (meteorológiai) átlaghőmérséklet adat

Későbbi számítások lehetőségét figyelembe véve, előre beépítésre került 4 további mező, ahol kalkulált adatok alapján egyéb minőségjelzők rögzíthetők: A (10) Q1 több



karakterből álló tetszőleges minősítő jelző, a (11) Q2 a hőmérséklet alapján generált, vagy a legördülő ablak segítségével kívülről beállítható minősítő. Lehetséges értékei:

- a) 0: ami a felhasználhatatlan minőségű *adatot* jelzi.
- b) 1-8: ami egy felfelé romló minőségű adatot jelez (tehát 1-es a legjobb)
- c) 9: közel használhatatlan minőség.

A (12) Zkalk ami a korrigált felszíntől számított mélység (méter egységben), 4 jegyű egész szám 0-8000 között, a (13) Tkalk korrigált hőmérséklet (Celsius fokokban), 3 jegyű egész szám 5°C és 300°C között. Az eddigi paramétercsoportokhoz hasonlóan, egyéni megjegyzés fűzhető az adatok mellé, amennyiben arra szükség van.

### 3.4. Mérési adatok

A Mérési adatok kategóriacsoportban kerülnek rögzítésre a geofizikai és geokémia tulajdonságok. A mérési adatok alapvetően két adatcsoportra bonthatók, az egyikben a hozam adatok, a másikban a nyomásemelkedési adatok szerepelnek. Hozam adatok esetén egyrészt a vízáadó réteg hozamáról, másrészt a kútból kitermelhető vízhozamról van szó.

A kútüzemeltetési és tervezési munkálatoknál az ideális termelési feltételek kialakítása a cél. Legfeljebb csak akkora mértékű víz kitermelése lehet a cél, amekkora a kút üzemeltetését, illetve a vízáadó réteg károsodását nem veszélyezteti. A gyakori víztúltermelések miatt erős vízszintsüllyedés kezdődik, ami jelentős mennyiségű hordalék megjelenésével járhat, ami tönkretelheti a szivattyúkat, kaszkádrendszerek esetében egész termálkörök leállítását eredményezve.

Ebben a kategóriacsoportban tehát rögzítésre kerül (1) a vízhozam, (2) az üzemi vízszint (dimenziója a földfelszíntől mért mélység méterben), (3) a nyomás és (4) a hőmérséklet.

Emellett rögzíthető valamennyi adat forrása, ami jelen esetben meghatározza a rögzített értékek eredetét (fizikai helyét). A rögzített mérési adatok ugyanis származhatnak (a) kútfejről, (b) talpról vagy (c) egyéb helyről, ez utóbbi esetben a megjegyzés rovatban rögzíthető az egyedi mérési hely.

A második adatcsoportban a nyomásemelkedési adatok kerülnek rögzítésre, így (5) a víznyomás (bar-ban megadva), (6) az idő, ami alatt a nyomásváltozás bekövetkezik. E két adathoz hasonlóan hozzárendelhető a mért adat származási helye ahol (a) a felszíni, (b) mélységi vagy (c) egyéb lehetőségek adhatók meg. Az előzőekben ismert módon, az egyéb esetén itt is külön megjegyzés rovatban van lehetőség az adatok rögzítésére.

A paramétercsoport beviteli mezőinek utolsó momentumaként külön meghatározható, hogy (a) geofizikai, (b) vízkémiai, (c) gáz vizsgálati, (d) permeabilitás, (e) szivárgási tényező, vagy (f) porozitás lett-e mérve a kúton.

### 3.5. Műszaki adatok

Az utolsó kategóriacsoport a műszaki adatokat tartalmazza, itt a fűrt kút csövezési és a perforációs adatait lehet rögzíteni.



Mind a csövezés, mind a perforációs adatok bővíthetők, hiszen a litológiai adatsorokhoz hasonlóan itt is jól elkülöníthető egységek határolhatók el egymástól. Ennek megfelelően itt is korlátlan bővíthetőség lehetősége biztosított. Ennek megfelelően mind a csövezés, mind a perforációs adatok esetében rögzítésre kerül a (1) „től-ig” terjedelem méterben megadva, valamint (2) az átmérő inchben és mm-ben rögzítve (az átváltások a koordinátaváltáshoz hasonlóan automatizáltak).

#### **4. MGA funkciói és moduláris felépítése**

##### *4.1. MGA user interface modul*

Az adatbázist kezelő felhasználói felület PHP (*Hypertext Preprocessor*) és XHTML (*Extensible Markup Language & HyperText Markup Language*) nyelven íródott. A felület a világhálón szabványos böngészőn keresztül érhető el. Az on-line alkalmazás így feleslegessé teszi az MGA „dobozos” termékként történő telepítését, a webes környezet (elkülönített adatbázis, önálló kliens stb.) ráadásul nagyobb adatvédelmet és biztonságosabb környezet nyújt a felhasználók számára.

Az adatbázisrendszer fejlesztési fázisában csak megfelelő jogosultsággal rendelkező személyek léphetnek be. A bejelentkezési felületen az interneten már ismert biztonsági protolloknak megfelelően, felhasználói név és jelszó megadását követően lehet a belső tartalmakhoz hozzáférni.

##### *4.2. A belső oldalak felépítése*

Az MGA moduláris felépítésű, amelynek kezdeti kiépítése során elsősorban a felhasználói felületre, illetve a vizualizációra kellett fókuszálnunk. Munkánk során eddig tehát az interface környezet moduljainak elkészítésére került sor.

##### *4.3. Adatfeltöltő modul*

Az adatfeltöltő modul a munkánk jelentős részét lefedte. A felületről részben már szó esett a felhasználói felület egészének áttekintése során, amelynek része az adatfelviteli felület is. Az adatbázisrendszer moduláris felépítése során az adatfeltöltő felület is egy önálló modulként definiálható. Feladata a feltöltés biztosítása, a feltöltés hatékonyságának növelése, a felvitt adatok ellenőrzése, értékelése és szükség szerinti kiegészítése. Ennek megfelelően a modulban határérték figyelési és ellenőrzési algoritmusok vannak a minél pontosabb adatok biztosítása érdekében, emellett redundancia vizsgáló rutinok (pl. kútkoordináta adatok) biztosítják, hogy a több szálon zajló adatfeltöltések során ne duplikálódjanak a kutak.

A modul több, a felhasználói munkát megkönnyítő megoldást is biztosít, így az egyes kutakhoz kapcsolódó ismétlődő adatok esetében (pl. rétegsorok vagy geotermikus adatsoroknál) a feltöltő felületen az adatsorok bővítésének kiválasztásakor, az ismételt begépelések elkerülése érdekében adatsori „klónoozhatóság” van biztosítva. Ennek köszönhetően csak az eltérésekre kell koncentrálni, és csak a változásokat kell rögzítenie az adminisztrátornak. Ugyanez a modul látja el az egyes adatok automatikus átváltását (koordináták, nagyságegységek stb.), illetve a nem teljes kútadatok elrejtéséért is felel.

Az adatlap teljes kitöltése után a „Mehet” gomb lenyomásával kerülnek az adatok az adatbázisba. A mentés folyamata során a modul egy-egy változóba helyezi a kitöltött mezők értékeit, amelyek az adatbázisban kerülnek rögzítésre.

A beviteli felületen zajló tevékenységek, lépések archivációja is a modul feladata. Az egyes feltöltések menete ennek köszönhetően logolva (követve) van. Az adatokat kezelő adminisztrátor tevékenysége, illetve az egyes lépések időpontjai automatikusan elmentésre kerülnek, ami elsősorban preventív intézkedés a lehetséges adatfelviteli hibák elkerülése, vagy a hibás adatok gyorsabb javítása érdekében.

#### *4.4. Adatlistázó modul*

Az adatlistázó modul tulajdonképpen a felviteli modul „inverziójaként” jellemezhető. A felvitt adatok megjelenítéséért felel, különböző „nézetek” formájában lekérdezhetjük az adatbázisban mentett kutak főbb paramétereit. Minden kút mellett a listában megjelenik egy hivatkozás, amivel átléphetünk az adatmódosítás modul felületére.

#### *4.5. Adatmódosító modul*

Az adatmódosító modul felépítése struktúrájában megegyezik a fenti modulokkal. A modul a teljes kútmennyiség listázására képes, így kikereshetjük a módosítani kívánt kutat. A kiválasztott kutat a modul a meglévő adatok mutatójával automatikusan átadja az adatfelviteli modulnak. A mezők értékeinek javítását követően a „Mentés” gomb szolgál a javított adatlap beküldésére, ahol a régi bejegyzések felülíródnak az adatbázisban. Az adatmódosító modult csak a megfelelő jogokkal rendelkező felhasználó érheti el.

#### *4.6. MGA GIS modul*

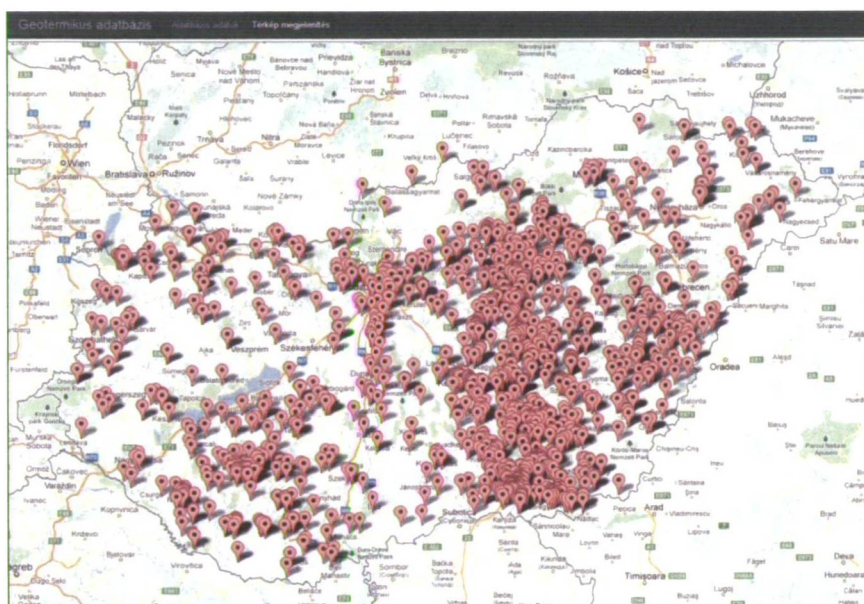
Az adatbázis kiépítésekor konkrét célként fogalmazódott meg a felvitt adatok speciális megjelenítése. A vizualizációs elemek közül a legfontosabb és leginformatívabb a térképi megjelenítés. A jelenleg elterjedt Web-GIS alkalmazások közül kétség kívül a Google Maps térképszolgáltatásai a legismertebbek, emellett az állandó fejlesztéseknek köszönhetően könnyen prognosztizálhatók olyan újabb megoldások, amelyek azonnal az MGA rendszerbe építhetők lesznek.

A Google Maps Family egy széles körben elterjedt és megbízható szolgáltatás, rengeteg funkcióval. A legfrissebb Google térkép verzió az API3, az adatbázis kiépítésekor azonban az API2 volt elérhető, így az MGA egyelőre az API2 környezet lehetőségeit használja fel. A kompatibilis környezet ugyan biztosítva van, de az API3 még nem tartalmaz olyan jelentősen új megoldásokat, ami miatt azonnali váltásra lenne szükség, ráadásul az API2-höz nagyobb számú kiegészítést lehetett találni.

A Google Maps előre létrehozott térképek (a Töpfer-szabálynak megfelelő generalizáltságú) réteges (layeres) integrációjára, emellett azonban az adatbázis komplex leszűrési eredményeinek térképi megjelenítésére is alkalmas, amennyiben ehhez program szinten megfelelő input adatsorokat kap.



A munkánk során a Google és az MGA kliensfelület összekapcsolását a felvitt kutak koordinátáinak megjelenítésével kezdtük. A rendszer valós idejű (azaz a mindenkor felvitt adatok azonnali) megjelenést biztosítja (1. ábra).

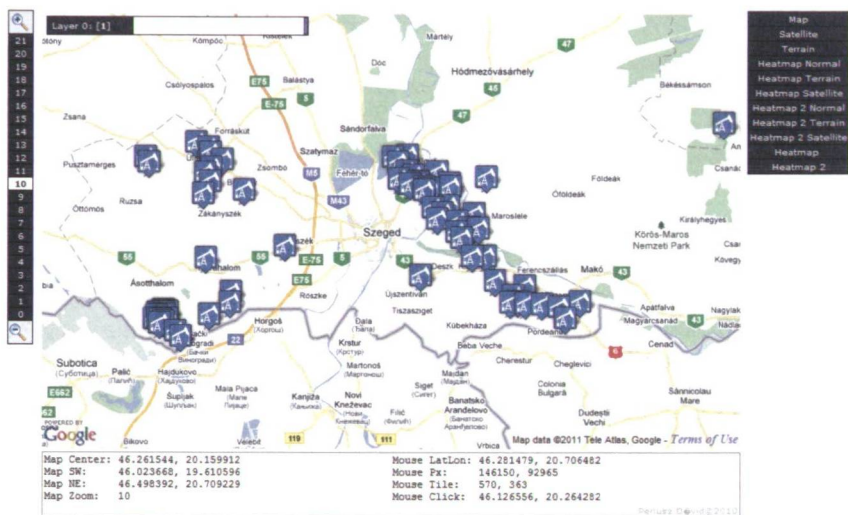
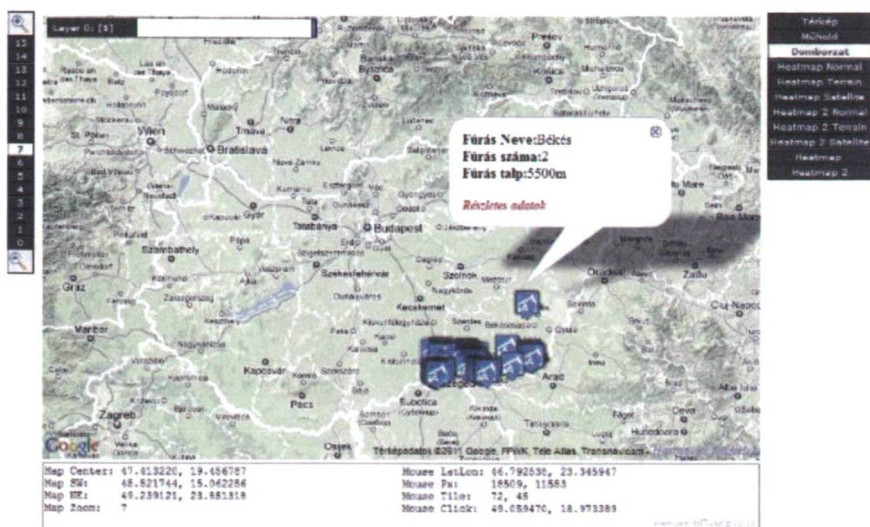


1. ábra. Áttekintő térkép az MGA-ról

Második lépésben az előre elkészített, vagy egyéb forrásból megkapott, rendszerint nagy felbontású raszteres földhőtérképeket építettük be az MGA térképbe. Ehhez a térképek megfelelő geokorrigálására volt szükség, majd ezt követően a korrigált képeket a Google Maps automatikusan a megfelelő területre illesztette. Az újonnan definiált térképrétegek a térkép használata során később opcionálisan megjeleníthetők, vagy kikapcsolhatók a mindenkor felhasználoi igényeknek megfelelően. Az új rétegek a Google Maps jól ismert alapértelmezett rétegei mellett (műholdas, domborzati, térképmód) találhatók. A Google Maps rendkívül dinamikus megjelenítésének köszönhetően a kutak jól láthatóak, a környezetük pedig kiválóan megfigyelhető, és már a kezdő lépésekben informatív (többek között az egyes kutak és a különböző földhőtérképek egyidejű megjelenítésének köszönhetően).

A fúrásokat jelölő ikonokra (ún. markerekre) kattintva a felugró információs panel rövid ismertetést ad a kiválasztott kútról. Az információs „buborék” a fúrás helyét, nevét, kataszteri számát és a talpmélységet mutatja. A részletes adatok a buborék utolsó során olvasható hivatkozásra kattintva tekinthetők meg, ennek során a kút teljes adatlapja betöltésre kerül. Az adatlap a már bemutatott adatfelviteli mezők struktúrájában listázza a kút valamennyi rögzített adatát (2. ábra).

Az adatlap nyomtatható, emellett az esetlegesen csatolt, scannelt, csak a kútra jellemző egyéb dokumentumok is itt kerülnek listázásra.



2. ábra. Részletes adatlekérési ablakok az MGA-ban

#### 4.7. Moduláris fejlesztési irányok meghatározása

Mint minden adatbázis fejlesztése, az MGA is korlátlan lehetőségeket tartalmaz. A fejlesztések iránya egyrészt a meglévő, már működő és futó modulok optimalizálását, javítását, racionalizálását, másrészt önálló, új modulok, új funkciók és megoldások beépítését szolgálják, amelyek párhuzamos munkát igényelnek. Az előbbi rövid, az utóbbi hosszabb távú koncepciókat igényel.

Az alapadatbázis, megközelítőleg 3000 teljes kúdatának rögzítését követően olyan reprezentatív adatmennyiség állt elő, amely már összetettebb számítások végrehajtására is lehetőséget biztosít. Az adatokból származtatott és azokból kinyert



információkat elsősorban a hidrogeológiai hőtranszport modellezésekhez szükséges feladatok végrehajtására célszerű felhasználni, amihez olyan új, önálló modul kialakítására törekszünk, ami az egyes modellező programok input adatsorainak elkészítésére is alkalmas lehet.

A hatalmas mennyiségű adat ugyanakkor statisztikai megfigyelésekre, illetve statisztikai adatok megjelenítésére is alkalmas. Az előbbi esetben egy önálló statisztikai modul elkészítése is célunk, ami regionális léptékben a víztestek adatai alapján vízhozam számítások készítésére, termelés melletti vízszint (nyomás) prognózisok elkészítésére stb., szinoptikus léptékben pedig a víztest dinamikus készletének becslésére is alkalmas lehet. Az utóbbi esetben egy olyan grafikus modul elkészítése is célunk, ami számított paraméterek megjelenését szolgálja (pl. mélység-nyomás profilok megjelenítése a meglévő adatai alapján, kiválasztható területi egységekre bontva stb.). A további fejlesztési cél a vizek geokémiai adatainak adatbázisba építése, valamint a műszaki adatok bővítése.

## 5. Összefoglalás

Tanulmányunkban ismertettük a Magyar Geotermikus Adatbázis metodikáját, kialakításának eddigi eredményeit, kezdve azzal a célkitűzéssel mely a hazai felhagyott és termelő geotermikus kútjainak on-line integrációját kívánta elérni. Ennek során egy mindenki által könnyen használható szakmai és szakértői adatbázis alapjait alakítottuk ki, ami már biztosítja az egységesség és integrált megjelenést. Rávilágítottunk arra, hogy a teljes reprezentatív kútdatbázis rögzítését követően van mód jelentősebb előrelépésekre. Ugyanakkor a távlati célként kitűzött lokális, regionális és szinoptikus hidrodinamikai és hőtranszport-modellek alapjait szolgáló adatai generálási feltételei már kialakításra kerültek.

A bemutatott rendszer elsősorban térképi vizualizációs megoldásának sikerét jól bizonyítja, hogy már kisebb számú kútmennyiség megjelenítése is igen informatív a generált térképeken.

Az MGA azonban nemcsak egy szűk szakmai adatbázisrendszer, hanem akár hasznos didaktikai segédeszköz is lehet a geotermia, a hidrogeológia és kapcsolódó tudományterületek tanításában. Az adatbázis hasznosítása ugyancsak közvetlenül képes szolgálni a Szegedi Tudományegyetem és a Dél-alföldi régió K+F szektorának következő évtizedeit alapvetően meghatározó gazdasági prioritását, miszerint az egyetemen akkumulálódó szellemi kapacitás és kutatás-fejlesztés elsősorban közvetlenül disszeminálható, exportálható és piacosítható késztermékeket kell, hogy eredményezzen.

Az MGA tehát piacosítható alkalmazásként is terjeszthető lehet, ami a gazdasági elvárásokon túl, a Szegedi Tudományegyetem hírnevének öregbítését is elősegíti, valamint a geotermikus ismeretek népszerűsítésének köszönhetően közvetve képes lehet előmozdítani e tudományterület hosszú távú szellemi felfrissülésének alapjait, többek között jó képességű, magasabb szinten kvalifikált hallgatóság biztosításával.

# A KISKUNSAGI ÉDESVÍZI MÉSzkő ÉS DOLOMIT KÉpzőDMÉNYEK KIALAKULÁSÁNAK GENETIKAI ÉS KRONOLÓGIAI KERETEI

*Sümegei Pál*

## 1. Bevezetés

A csölyospálosi réti mészkő és dolomit feltárást (1. ábra) a második világháború előtt ismerte fel és vonta vizsgálat alá Miháلتz István és felesége Faragó Mária (Miháلتz – Faragó 1945). A képződmény részletes vizsgálatát a második világháborút követően kezdték el a szegedi kutatók, Miháلتz István professzor tanítványai (Mucsi 1963). Ugyanakkor tudnunk kell, hogy a kiskunsági réti mészkövet és annak építésköként való felhasználását a Magyar Minerológia kiadványában már 1786-ban megemlézték (Benkő 1786).



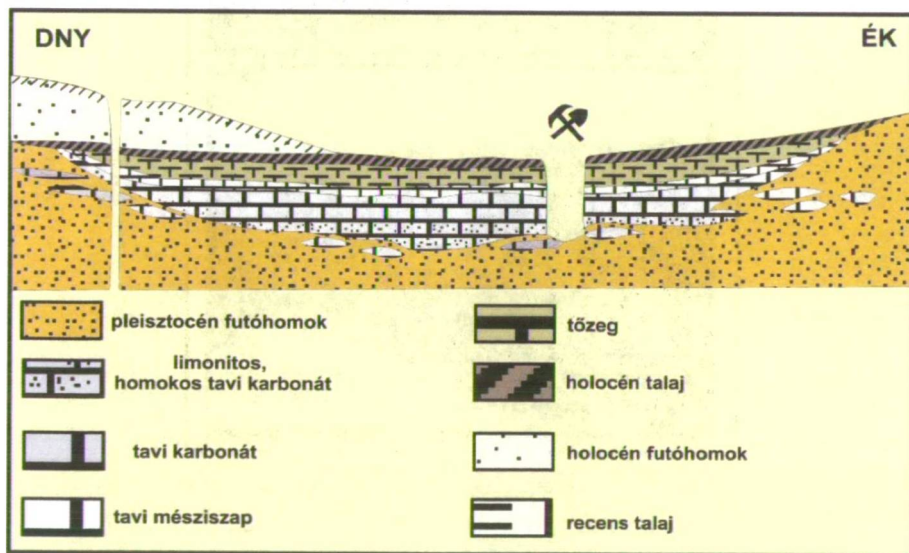
*1. ábra. A kiskunsági mész-és dolomitiszap, szilárd közzetté alakuláson átesett édesvízi dolomitképződmények (réti mészkő) első tudományos felismerésének és leírásának színterei a Kiskunságban, Szatymaz - Jánosszállás futóhomok felszíne és réti mészkővel kitöltött laposok világa, valamint a csölyospálosi Wolff malom melletti kőfejtő a réti mészkő-feltárással (Miháلتz István professzor felvételei 1936-ból)*



Mucsi Mihály a csőlyospálosi szelvény geológiai rétegeit, köztük a mészkőréteget finomabb szintekre, finomrétegtani (10-20 cm-es) mintákra bontotta, és a mintákon üledékföldtani, malakológiai vizsgálatokat, valamint Faragó Mária segítségével pollenanalitikai elemzéseket végzett. A malakológiai és a pollenanyagokat elsősorban a szelvény kronológiai elemzésére használta fel, és az egész vizsgálat célja az édesvízi mészkőréteg kronológiai, rétegtani leírása volt. A feltárt malakológiai anyag meghaladta a 37 ezer darabot, de a pollenanyag mennyisége nem volt alkalmas a statisztikai elemzésekre és részletes értelmezésre. A malakológiai elemzéseknél jelentős, több ezer darab csillárkamoszat oogoniumot is feltártak, de ezeknek a maradványoknak a meghatározása és értelmezése nem történt még meg eddig.

Ezt követően Molnár Béla professzor végzett átfogó üledékföldtani, kőzettségföldtani, geokémiai vizsgálatokat a kiskunsági, közte a csőlyospálosi édesvízi karbonátos képződményeken. Munkája során először használta Germán Müller német szedimentológus recens hipersalin tavi karbonátképződési adatait (Müller et al. 1972) a réti mészkő képződés modellezésére, a réti dolomit kialakulásának megfogalmazására (Molnár 1970, 1980, 1984, Molnár et al. 1981). Jelenlegi ismereteinknek döntő részét ekkor fogalmazták meg a szegedi földtani iskolában.

A csőlyospálosi szelvényből (2. ábra) 1957-ben Mucsi Mihály által kiemelt monoliton 1–4 cm-enként vett mintákon Sümegi Pál vezetésével részletes radiokarbon, oxigén és szénizotópos elemzéseket végeztek, és ennek nyomán a csőlyospálosi mészkő képződésének kronológiai kereteit és képződési környezetét a korábbinál pontosabban sikerült meghatározni (Sümegi et al. 2005, Sümegi 2006). Az itt megemlített munkák alapján mutatjuk be a csőlyospálosi réti mészkő kifejlődését és ennek nyomán a kiskunsági réti mészkő- és dolomitképződés törvényszerűségeit.



2. ábra. A csőlyospálosi réti mészkő és dolomit, valamint dolomitiszap lelőhely földtani szelvénye a kőfejtő helyzetével (Mucsi 1963 nyomán)

Kiemelkedő jelentőségű, hogy a Kiskunságban élők a középkortól kezdődően jól ismerték ezt a képződményt, és felhasználták építkezéseik során. A fennmaradt népi elnevezései ennek a képződménynek, mint „darázskő”, „pecsmeg”, „terméskő”, „acélaskő” a különböző réti mészkő típusok gyakorlati felhasználása során alakulhattak ki (Kustár – Szarka 2013).

## 2. Az édesvízi karbonátok kialakulásának, képződésének folyamata

A tavi és réti karbonátok kialakulása szempontjából nem csak a geomorfológiai - exogeológiai folyamatok, a hordalékkúp és a futóhomok felszíneken kifejlődött különböző genetikájú vízgyűjtő medencék, mélyedések voltak jelentősek. Legalább ennyire fontos volt az édesvízi karbonátok képződésénél, hogy a kiskunsági dunai törmelékkúp kémiai és ásványtani összetétele erőteljesen különbözött a többi alföldi hordalékanyagtól, a tiszai lehordási (vízvidéki) területektől (Miháltz 1953, Sümeghy 1955, Molnár 1963, 1965, 1966, 1973, Pál-Molnár – Bozsó 2007a,b). Ugyanis dunai törmelékanyag és ennek nyomán a szél által helyben áthalmozott futóhomok döntő részét kvarc ( $\text{SiO}_2$ ) alkotja. Ugyanakkor a kvarc mellett igen jelentős mennyiségben kerültek elő mind a folyóvízi (fluviális), mind az eolikus üledékből kalcit ( $\text{CaCO}_3$ ) és dolomit ( $\text{Ca,Mg}[\text{CaCO}_3]_2$ ) ásványok. Ezeknek az ásványoknak a jelenléte és jelentősebb aránya azt mutatja, hogy a kiskunsági dunai törmelékkúpban az észak-alpi, dunántúli középhegységi tengeri mészkő és dolomit területekről származó hordalékanyag halmozódott fel, és ezen ásványok és kőzetdarabok – például a nummuliteszes mészkő törmeléke – nyomán a dunai hordalékkúp folyóvízi kavics és homokanyaga világosan elkülöníthető a többi alföldi folyó hordalékától.

A dunai folyóvízi rétegek jellegzetes, magnéziumban és dolomit ásványban dúsabb összetétele nyomán a folyóvízi rétegekből áthalmozódott futóhomokban is jelentős mennyiségű magnéziumot és dolomitot mutathatunk ki (Miháltz 1953, Sümeghy 1955, Rónai 1985, Molnár 1963, 1965, 1966). Vagyis a folyóvízi homokból a futóhomok képződés során áthalmozódtak a tengeri karbonátos, benne a tengeri dolomitos képződmények törmelékei, ásványai, és ezekből a képződményekből származó elemösszetétel vizes közegben könnyen oldódásnak indulhatott. Ugyanakkor kiemelkedő jelentőségű, hogy a kiskunsági folyóvízi homokban, futóhomokban, helyenként a homoktalajokban is kimutatható tengeri mészkő és dolomit anyagának, törmelékének az izotóp-összetétele alapvetően különbözik az édesvízi környezetben kialakult karbonátok, köztük a tavi és réti mészkő és dolomit karbonátos anyagából kinyert izotópok összetételétől.

A kiskunsági édesvízi, az utolsó 13 ezer év során felhalmozódott meszes üledékből diagenézis során kifejlődött tavi és réti mészkövek és dolomitok karbonátos anyagából kinyert, egymástól függetlenül végzett szén- és oxigénizotópos vizsgálatok (Molnár – Botz 1996, Molnár – Jenei 2006, Sümegi 2004, 2006, Sümegi et al. 2004, 2005, Barna – Főríz 2007, Hertelendi et al. 1995) ugyanarra az eredményre vezettek. Nevezetesen, hogy a kiskunsági megszilárduláson átesett réti mészkövek és dolomitok nem az áthalmozódott tengeri mészkövek és dolomitok törmelékének beépüléséből származnak, mivel ezeknek a tengeri, valamint az édesvízi karbonátoknak a szén- és oxigénizotóp összetétele, és ennek





nyomán a képződési környezete markánsan különböznek egymástól. Így azok az utóbbi időben megjelent publikációk, amelyek mindenféle konkrét vizsgálat nélkül, hipotetikusan a tengeri dolomit anyag beépüléséből származtatja az édesvízi dolomitok kialakulását (Fügedi et al. 2008, Kuti et al. 2003) teljes mértékben téves megközelítésnek bizonyultak.

A csölyospálosi lelőhely a Dorozsma–Kiskunmajsa kistájon helyezkedik el. A kistáj területe 1700 km<sup>2</sup> és tengerszint feletti magassága 80–140 m közötti, a felszíne egyhangú, enyhén hullámos. A kissé mélyebb medencék csapása ÉNy–DK-i irányú, hosszan elnyúlva helyezkednek el és a Tisza völgyéig futnak. Ezeken az alacsonyabb területeken szikesek, illetve mészszipos laposok alakultak ki, továbbá helyenként a semlyékekben réti mészkő is kifejlődött. A karbonátos padok kialakulásában fontos szerepet játszhatott a talajvíz oldott sóinak a bepárolódása is. A holocén kori lepelhomok-rétegek, köztük az ókori, népvándorlás kori és középkori emberi hatásokra (szarmata, avar, kun közösségek megtelepedése nyomán) kialakult futóhomok rétegek (Sümei 2001) sok helyen elfedik a réti dolomit kifejlődéseket.

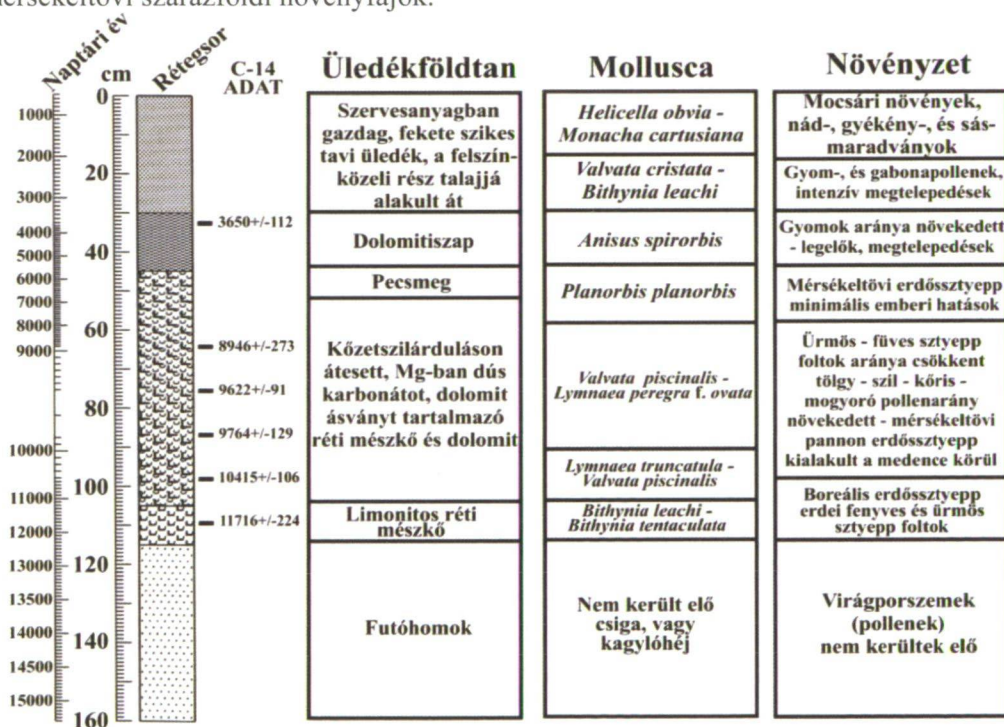
Hőmérséklet szempontjából a kistérség éghajlata meleg és száraz (a nyugati részek éghajlata meleg-mérsékelt száraz), melyet részben a kontinentális éghajlat, részben a sajátos helyi földrajzi, mezo- és mikroklimatikus viszonyok alakítanak. Az évi középhőmérséklet 10,2–10,3 °C, a tenyészidőszaké 17,2 °C. A legmagasabb nyári maximum hőmérsékletek sokévi átlaga 34,0–34,4 °C, a leghidegebb téli minimumok átlaga -16,0 és -16,5 °C közötti, azonban a szélsőséges éghajlati események: a 35 °C-ot meghaladó nyári melegek, és -25 °C-ot meghaladó téli fagyok gyakoriak. A kistérség az ország egyik napfényben leginkább telített területe, a napsütéses órák évi összege 2080–2090 közötti. Ezen klimatikus okok, főképp a nyári hőmérsékleti maximumok és aszályos évszakok döntő jelentőségűek a réti mészkő keletkezése szempontjából. Csapadékot tekintve a csapadékösszeg évi átlaga 530–570 mm – Ny-ról Kelet fele csökken – a vegetációs időszaké 310–320 mm. A párolgás éves átlagos értéke szabad vízfelületen 650–750 mm közötti, vagyis a párolgás jelentős mértékben meghaladja a csapadékbevételt (Pálfi 1989).

Az erőteljes párolgást és a relative kisebb csapadékbevételt (Sümei et al. 2012, Szelepcsényi et al. 2009, 2014, Szelepcsényi 2012) a Duna felől a Tisza felé áramló talajvíz ellensúlyozta a folyószabályozás előtt, és így igen jelentős szerepet játszottak a Duna–Tisza köze, közte kiskunsági terület, a Dorozsma–Kiskunmajsa kistáj talajvízrendszerében a dunai árvizek is. Ugyanis ezen árvizek során az egykori dunai hordalékkúpon a homokszemcsékkel, kavicsos mederanyaggal kitöltött medrek áradmány- és talajvíz elvezető rendszerekké alakultak át, és a dunai árvizek során a dunai allúviumon megjelent a Bajor-medencéből, az Alpokból, a Kisalföldről a csapadékból, gleccserek olvadásából, hóolvadásból származó víztöbbletet a Kiskunság belső területeire vezették. Így ezek az egykori medrek igen jelentős szerepet játszottak az éghajlati okok miatt a nyári hónapokban és ősz kezdetén jelentős vízhiánnyal jellemezhető terület vízforgalmában. A hárommaximumos dunai árvizek, a hó- és gleccserolvadás okozta kora tavaszi, a csapadék bevételei többlet nyomán kifejlődött tavasz végi - nyár eleji és a szubmediterrán éghajlati hatás nyomán kialakuló késő őszi csapadékmaximum során kialakult magas dunai vízállások, árvizek felszín alatt, vagy a felszínen a részekre osztott dunai medrekben, a



futóhomok buckák között jelentős vízszintemelkedést, a helyi tavak – mocsarak vízborításának erőteljes növekedését okozták. Tehát a területen a helyi csapadékviszonyoktól függetlenül idegen területeken keletkezett víztöbblet jelenhetett meg, elsősorban a vegetációs időszak kezdetén. Ennek nyomán a tavakban magasabb vízállás volt jellemző, illetve időszakosan megjelenő tavak alakultak ki. A nyár második felében, az ősz kezdetén az árvízmentes és csapadékszegény időszakban ezekben a tavakban jelentős vízszintesökkenés, esetenként időszakos kiszáradás volt jellemző, és ennek nyomán az állandó és az epizodikus tavak oldott só, köztük hidrokarbonát tartalma jelentős mértékben megemelkedett, azaz hipersalin állapot alakulhatott ki.

A negyedidőszak végén (a jégkor végén), mintegy 13 000 évvel ezelőtt, a jégkori éghajlati és környezeti tényezők megváltozásával indult meg Csólyospáloson (3. ábra) az édesvízi karbonátképződés. Az eddigi éghajlati adatok alapján a folyamatosan emelkedő hőmérséklet és növekvő csapadékmennyiség hatására a jégkori tundra – tajga – hideg sztyepp vegetáció megváltozott, és jelentős számú lombos fát és cserjét tartalmazó tülevelű vegetáció és mérsékeltövi sztyepei növényzet, boreális típusú erdőssztyepp fejlődött ki a Kárpát-medence belső területein. Ezzel párhuzamosan a biogeokémiai anyagforgalom és a mállás jellege is erőteljesen megváltozott, mivel egyre jelentősebbé váltak a Ca, Mg elemeket a növényi testrészekben felhalmozó mérsékeltövi szárazföldi növényfajok.



3. ábra. A csólyospálosi réti mészkő és dolomit, valamint dolomitiszap lelőhely földtani szelvénye és a szelvény környezettörténeti vizsgálatának eredményei (Sümei et al. 2005)



Az évente lehulló levelekből, a talaj felső rétegében felhalmozódó növényi részekből mind a kalcium, mind a magnézium viszonylag gyorsan kioldódhatott, és az üledékgyűjtő medencékben kialakult tavakba szállíthatott. Ezekben a jégkor végi, tiszta vizű, alacsony szerves anyag és foszfor-foszfát tartalmú tavakban tömegesen terjedtek el a hidrokarbonátban és fényben gazdag vizeket kedvelő csillárkamoszatok (Sümei et al. 2013). A csillárkamoszatok karbonátot, egészen pontosan alacsony Mg-tartalmú kalcitot választanak ki a sejtfalukban, és ennek nyomán a Chara tavak fenékszintjében jellegzetes mésziszap halmozódott fel. Ilyen karbonátos karakterű Chara tavak nem csak a Kárpát-medence belső területein, hanem egész Európában kialakultak a jégkor végén, a holocén kezdetén (Sümei et al. 2013).

Ezzel párhuzamosan a Kiskunságban is kialakultak ezek a karbonátos tavak, de a Homokhátság területén kémiai karakterükben, fejlődésükben több különbség is megfigyelhető a Kárpát-medence többi területén található karbonátos tavakkal szemben (Molnár 1980, Molnár et al. 1981). Ezek közül a legfontosabb, hogy a kiskunsági tavak vize lúgosabb, és az oldott alkáliák következtében szikes jellegű volt, valamint a dunai eredetű hordalékkúp következtében jóval jelentősebb Mg-tartalommal rendelkezett, mint azt a többi tavi rendszerben megfigyelhettük. A kiskunsági tavakban már ekkor kialakult a fehér szikes tavi állapot, amelyben a rendkívül jelentős mennyiségű oldott karbonát  $[\text{HCO}_3]^{2-}$  mellett jelentős mennyiségű vízben oldott nátrium, kalcium, magnézium kation is található (Sümei et al. 2013).

Ezek a geokémiai és hidrokémiai eltérések még jobban felerősödtek a holocén kezdetén, amikor a napjainkban megfigyelhető hőmérsékleti maximumokat is meghaladó felmelegedés alakult ki a Kárpát-medence centrumában. Ennek nyomán a jégkor végi boreális jellegű fenyvesekkel tagolt kontinentális jellegű erdőösszetíptypus is átalakult, és kifejlődött a szubmediterrán elemeket is tartalmazó holocén kezdeti mérsékeltövi (pannon) erdőösszetíptypus. A mésziszap képződés ebben a periódusban a Kárpát-medence belső területein teljesen általánossá vált (Sümei et al. 2013, 2015). A Kiskunság területén a holocén kezdetén kifejlődött hőmérsékleti viszonyok között erőteljesen bepárlódó tavak alakultak ki, amelyekben a kémiai úton kialakuló dolomitiszaphoz szükséges Mg/Ca arány a nyár végén, ősz kezdetén ritmikusan kifejlődhetett (Molnár – Jenei, 2006). Ugyancsak jelentős szerepet játszhattak az ezekben a tavakban elterjedő algák, köztük a csillárkamoszatok, mivel a széndioxid elvonásuk nyomán jelentős mértékben elősegíthették a nagy magnéziumtartalmú karbonátos iszapok kialakulását. A kiskunsági tavakban a jelentős oldott magnézium-tartalom, a széndioxid-megkötődés mellett a szikes, alkalikus oldott sótartalom is fontos tényezőjét alkothatta a dolomitiszap kiválásának. Így kémiai és biológiai tényezők egyaránt szerepet játszottak a dolomitiszap felhalmozódásában (Sümei et al. 2013).

Mintegy 9500 évvel ezelőtt, jóval a környezetét jelentősen átalakító, produktív gazdálkodást folytató földművelő kultúrák megjelenése előtt több karbonátos tavunkban az eutrofizáció és a foszfortartalom növekedése nyomán magasabb rendű növények terjedtek el, és tőzegszintek, tőzeges lápos tavak alakultak ki. Ugyanakkor más karbonátos tavakban folytatódott a mésziszap, a Kiskunságban a dolomitos iszap felhalmozódása. A kiskunsági tavak területén ebben a periódusban megindult a ciklikus,



valószínűleg évszakonként ismétlődő kiszáradás és az újbóli tavi elöntés. Ezen változások nyomán megindult a már lerakódott karbonátos iszap átalakulása, a felhalmozódott szemcsék, kivált karbonátos ásványok cementálódása, a ritmikus oldódás és ásványok kiválása, a pórusterek kitöltődése, a kőzetkeményedés és végül a szilárd kőzetté válás. Azokban az üledékgyűjtő medencékben, ahol az üledékgyűjtő medence mélysége, stabilabb vízbevétele, állandóbb jellegű vízborítása miatt ezek a kiszáradási és újraoldódási folyamatok nem indultak meg, ott a jégkor végén – a kora holocén kezdetén kialakult mészsizapos szintek laza, konszolidálatlan állapotban maradtak fenn (lásd a dunántúli Sárrét területén: Sümegi 2003).

A kiskunsági tavakban (és más területeken, például bátorligeti medencében) viszont ezek a kőzetszilárdulási folyamatok megindultak, és több ezer éven át tartottak (Molnár et al. 1981). Így a kiskunsági tavakban felhalmozódott dolomitos – kalcitos karbonátos iszap átalakult és beszáradási, újraoldódási és újra kristályosodási szerkezeti jegyeket is megőrző édesvízi dolomittá, édesvízi mészkővé alakult át (Molnár 1984). Az éghajlati hatásokat, aszályokat és a hárommaximumos árvizek talajvíz-duzzasztó hatását érzékelő-követő kiskunsági tavakban az édesvízi mészsizap és dolomitiszap-felhalmozódás, és az édesvízi mészkő – dolomit kialakulás a rézkorban érte el a csúcspontját (Sümegi 2006, Sümegi et al. 2015). Ekkor olyan dinamikusan változó tavi rendszerek alakultak ki a kiskunsági területen, amelyekben tavasszal és ősz végén méteres vízborítás alakulhatott ki, míg nyár végén és ősz kezdetén drasztikusan, iszapfenéig kiszáradtak (Sümegi 2006).

A rézkor végétől, 5500 (a Krisztus előtti 3500) évtől már megszilárdult, szilárd kőzetté vált édesvízi mészkő és dolomit nem alakult ki a Kiskunságban, hanem laza szerkezetű dolomitiszap, elszórtan kalcit dominanciájú mészsizap fejlődött ki 5500 és 3300 (a Krisztus előtti 3500 és 1300) évek, rézkor és a bronzkor utolsó szakasza között (Sümegi 2006). Úgy tűnik, hogy a rézkor végétől a megnövekedett csapadék, és talán a lecsökkent hőmérséklet hatására a kiskunsági tavak kiszáradása, és ennek nyomán réti állapot kialakulása és a kőzetszilárdulás már nem következett be (Jenei et al. 2014). A laza dolomitos iszapszintben a szervesanyag- és a foszfortartalom növekvő mennyisége alapján a rézkor végén már jelentősebb emberi hatások alakultak ki a csólyospálosi üledékgyűjtő medence környezetében. Ennek nyomán a rézkor végi Protoboleráz, a Boleráz/Baden és a Baden kultúrák, majd kora és középső bronzkori Nagyrév, Hatvan, Vatyai kultúra közösségei már jelentős számban megtelepedhettek a Kiskunság területén (Kustár – Szarka 2013, Jenei et al. 2014). Ezen termelő gazdálkodás folytató magaskultúrák közösségeinek megtelepedése, gazdálkodása nyomán, valamint a megnövekedett csapadék nyomán a talajerózió felerősödhetett és az üledékgyűjtő hidrológiai rendszer fokozatosan megváltozhatott (Jenei et al. 2014).

A csólyospálosi tavi környezet átalakulása a bronzkor végén következett be, akkor a fehérszikés – karbonátos tavi állapot a tavi rendszer feltöltődése és szervesanyag akkumulációja nyomán lezárult, és fekete szikés tavi rendszer alakult ki, amelyben már karbonátos iszap nem képződött. Ez a fekete szikés tavi üledék a talajvíz-szabályozást követően, az elmúlt mintegy 130–150 év során talajosodott (Sümegi et al. 2013).



Mint láthattuk, a kiskunsági karbonátos üledékképződésnek vannak olyan elemei, amelyek globálisan is megfigyelhetők, de az Európában egyedülálló édesvízi dolomitképződés a lokális geológiai – biológiai – hidrológiai – éghajlati feltételek unikális összekapcsolódásának köszönhető. Az is nyilvánvaló, hogy a csőlyospálosi édesvízi karbonát képződése a felerősödött emberi hatásra szűnt meg, bár az emberi hatások mellett természetes változások (csapadék mennyiségének növekedése) is befolyásolták a karbonát képződésének alakulását. Így egyértelmű, hogy azok a kiskunsági területek, ahol napjainkban még zajlik az édesvízi karbonát képződése, azok rendkívül érzékenyek az emberi hatásokra. Éppen ezért kiemelt természetvédelmi kezelésük, társadalmi védelmük rendkívül indokolt. Rajtunk is múlik, hogy ez az Európában egyedülálló geológiai folyamat, mely a jégkor végén, mintegy 13 000 évvel ezelőtt indult meg, az édesvízi dolomit és mészkőképződés fennmarad-e a Kiskunságban és tovább gazdagítja gyermekeinkre, unokáinkra hagyott örökségünk.



*1. és 2. kép. A csőlyospálosi védett földtani feltárás napjainkban*

## Irodalom

- Barna G., Fórizs I. (2007): A Balaton stabilizotóp-hidrológiai karakterisztikája. Térbeli eloszlás és a párolgási izotóp-effektus. Hidrológiai Közlöny, 87: 35 – 41.
- Benkő F. (1786): Magyar Minerológia azaz a 'Kövek és Értsek tudománya'. Kolozsvár, Református kollégium kiadványa (reprint kiadás, ELTE Könyvkiadó, 1986)
- Fügedi U., Pocsai T., Kuti L., Horváth I., Vatai J. (2008): A mészfelhalmozódás földtani okai Közép-Magyarország talajaiban. Agrokémia és Talajtan 57: 239-260.
- Hertelendi E., Veres M., Futó I., Svingor É., Mikó L., Lénárt L. (1995): Environmental isotope study of karst systems national report of Hungary: COST action 65. In: Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas: Isokarst '94: International workshop on Environmental Isotope Study of Karst Systems, Miskolc.
- Jenei M., Gulyás S., Sümegi P., Molnár M. (2007): Holocene lacustrine carbonate formation: old ideas in the light of new radiocarbon data from a single site in Central Hungary. Radiocarbon, 49. 1017-1021.
- Kiss, T., Nyári D., Sipos Gy. (2006): Blown sand movement in historical times in the territory of Csengele. In: Kiss, A. - Mezösi, G. - Sümeghy, Z. eds. Landscape, Environment and Society. Szegedi Tudományegyetem, Szeged. 373–383.

- Kustár R., Szarka L. (2013): A réti mészkő felhasználása a Duna–Tisza közén. Kustár, R.-Balázs, R. (szerk). Talpalatnyi kő – Elveszett emlékeink nyomában. Darázskő. Kiskunsági Nemzeti Park kiadványa, Kecskemét. 87-130.
- Kuti L., Tóth T., Kalmár J., Kovács-Pálffy P. (2003): Szikes talajok ásványi összetétele és recens ásványképződés Apajpusztán és Zabszék térségében. *Agrokémia és Talajtan* 52: 275-292.
- Miháltz I. (1953): Az Észak-Alföld keleti részének földtani térképezése. Földtani Intézet jelentése 1951-ről, 61-68.
- Miháltz I., Faragó M. (1945): A Duna – Tisza – közti édesvízi mészkőképződmények. Alföldi Tudományos Intézet Évkönyve 1944-1945-ről, 14.
- Molnár B. (1963): A délföldi pliocén és pleisztocén üledékek tagolása nehézásvány-összetétel alapján. *Földtani Közlöny*, 93: 97–107.
- Molnár B. (1965): Adatok a Duna-Tisza köze fiatal harmadidőszaki és negyedkori rétegeinek tagolásához és származásához nehézásvány-összetétel alapján. *Földtani Közlöny*, 95: 217-225.
- Molnár B. (1966): Pliocén és pleisztocén lehordási területváltozások az Alföldön. *Földtani Közlöny*, 96: 403–413.
- Molnár B. (1970): A dél-alföldi szikes tavak keletkezése. *Hidrológiai Tájékoztató*, 10: 124-130.
- Molnár B. (1973): Az Alföld harmadidőszak-végi és negyedkori feltöltődési ciklusai. *Földtani Közlöny*, 103: 294-310.
- Molnár, B. (1980): Hipersalin tavi dolomitképződés a Duna-Tisza közén. *Földtani Közlöny*, 110: 45-64.
- Molnár B. (1984): A Duna – Tisza közti tavak keletkezése, fejlődéstörténete és hasznosítása. Akadémiai Doktori Értekezés, Szeged.
- Molnár B., Botz R. (1996): Geochemistry and stable isotope ratio of modern carbonates in natron lakes of the Danube-Tisza Interfluvium, Hungary. *Acta Geologica Hungarica*, 39: 153-174.
- Molnár B., Jenei M. (2006): A Kiskunsági Nemzeti Park talaj-és felszíni vizek hidrodinamikai és hidrokémiai változásainak összefüggése a tavi karbonát képződéssel. *Hidrológiai Tájékoztató*, 45: 57-59.
- Molnár B., Szónoky M., Kovács S. (1981): Recens hipersalin dolomitok diagenetikus és litifikációs folyamatai a Duna-Tisza közén. *Földtani Közlöny*, 111: 119-144.
- Mucsi M. (1963): Finomrétegtani vizsgálatok a kiskunsági édesvízi karbonát-képződményeken. *Földtani Közlöny*, 93: 373 - 386.
- Müller G., Irion G., Förstner U. (1972): Formation and diagenesis of inorganic Ca-Mg carbonates in the lacustrine environment. *Naturwissenschaften*, 59: 158–164.
- Pálfi I. (1989): Az Alföld aszályossága. *Alföldi Tanulmányok*, 13: 7-25.
- Pál-Molnár E., Bozsó G. (2007a): Szikes tavi üledékek komplex környezet-geokémiai vizsgálata. IX. Bányászati, Kohászati, Földtani Konferencia összefoglaló kötete, 262-266.
- Pál-Molnár E., Bozsó G. (2007b): Complex environmental geochemistry of saline lake sediments. *Cereal Research Communications*, 35: 889-892.
- Rónai A. (1985). Az Alföld negyedidőszaki földtana. *Acta Geologica Hungarica Series Geologica*, 21: 1 - 446.
- Sümeghy J. (1955): A magyarországi pleisztocén összefoglaló ismertetése. Földtani Intézet Évi Jelentése 1953-ról, 395-403.
- Sümegei P. (2001): A Kiskunság a középkorban – geológus szemmel. In: Horváth, F. A Csengelei kunok ura és népe. Archaeolingua Kiadó, Budapest. 313-317. ISBN 963-804-641-4
- Sümegei P. (2003): New chronological and malacological data from the Quaternary of the Sárrét area, Transdanubia, Hungary. *Acta Geologica Hungarica*, 46: 371-390.



- Sümei P. (2004): The results of paleoenvironmental reconstruction and comparative geoarcheological analysis for the examined area. In: Sümei, P.-Gulyás, S. eds. The geohistory of Bátorliget Marshland. Archaeolingua Press, Budapest. 301-348.
- Sümei P. (2006): A csályospálosi mészkő kronológiai és környezettörténeti vizsgálata. Hidrológiai Tájékoztató, 69: 60-61.
- Sümei P., Dániel P., Kovács-Pálffy P. (2004): The results of abiotic components analysis. In: Sümei, P.-Gulyás, S. (eds.) The geohistory of Bátorliget Marshland. Archaeolingua Press, Budapest. 150-154.
- Sümei P., Mucsi M., Fényes J., Gulyás S. (2005.): First radiocarbon dates from the freshwater carbonates of the Danube Tisza Interfluvium. In: Hum, L.-Gulyás, S.-Sümei, P. eds. Environmental Historical Studies from the Late Tertiary and Quaternary of Hungary. University of Szeged, Szeged. 103-117.
- Sümei P., Persaits G., Gulyás S. (2012): Woodland-Grassland Ecotonal Shifts in Environmental Mosaics: Lessons Learnt from the Environmental History of the Carpathian Basin (Central Europe) During the Holocene and the Last Ice Age Based on Investigation of Paleobotanical and Mollusk Remains. In: Myer, R.W. (ed.) Ecotones Between Forest and Grassland. Springer Press, New York. 17-57.
- Sümei P., Gulyás S., Törőcsik T. (2013). A kiskunsági édesvízi mészkő és dolomitképződés folyamata a geológiai, a geokémiai és a környezettörténeti elemzések tükrében. In: Kustár, R., Balázs, R. (szerk.) Talpalatnyi kő. Elveszett emlékeink nyomában. A darázs-kő. Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága, Kecskemét. 25-86.
- Sümei P., Molnár D., Sávai Sz., Náfrádi K., Novák Zs., Szelepcsényi Z., Törőcsik T. (2015). First radiocarbon dated paleoecological data from the freshwater carbonates of the Danube-Tisza Interfluvium. Open Geosciences, 7: 1-13.
- Szelepcsényi Z. (2012). A Kárpát-medence éghajlata a XX. században Holdridge életforma rendszere alapján. OFKD dolgozat. XIII. Országos Felsőoktatási Környezettudományi Diákkonferencia, Veszprém, 33 p.
- Szelepcsényi Z., Breuer H., Ács F., Kozma I. (2009). Biofizikai klímaklasszifikációk (1. rész: a módszerek bemutatása). Léghő, 54: 21-26.
- Szelepcsényi Z., Breuer H., Sümei P. (2014): The climate of Carpathian Region in the 20th century based on the original and modified Holdridge life zone system. Central European Journal of Geosciences 6: 293-307.

# SZEGED KÖZTERÜLETI FAÁLLOMÁNYÁNAK VIZSGÁLATA

*Gulyás Ágnes – Kiss Márton – Takács Ágnes – Varga Levente – Makra László*

## 1. Bevezetés

A faállomány számos pozitív hatást gyakorol egy város ökológiai állapotára, az ott élők egészségére és jó közérzetére, élhetőbbé téve a beépített városi környezetet. A legjobban érzékelhető közvetlen hatások egyike a mikroklimatikus viszonyok megváltoztatása (Andrade and Vieira 2007; Bowler et al. 2010). A vegetációs periódus aktív időszaka idején a fák alatt nappali időszakban bizonyítottan alacsonyabb a felszín közeli léghőmérséklet, mint a lombozattal nem takart szabad felszín felett (Lin and Lin 2010). Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a lombkorona – bár napszakosan és évszakosan is eltérő mértékben – csökkenti a felszínre érkező sugárzási energia mennyiségét, mivel annak egy részét visszaveri, más részét pedig elnyeli (Shashua-Bar et al., 2010, Konarska et al. 2013). Ez egyrészt közvetlen hőmérséklet csökkenést okoz, másrészt nagyon jelentős a humán komfortra gyakorolt hatása, mert a hőmérséklet mérséklésnél nagyobb mértékű fiziológiai (hő) stressz csökkenést eredményez, amely különböző humán komfort indexekkel jól detektálható (Égerházi et al. 2013). A fákkal beültetett területen az evapotranspiráció során jóval nagyobb a levegőbe távozó víz mennyisége, mint akár füves, vagy beépített területen. Ez emeli a levegő páratartalmát, ami közvetve hozzájárul a fák alatti alacsonyabb hőmérséklet kialakulásához is és általában jótékony hatással van a humán komfortra, különösen hőhullámok idején (Zhang et al. 2013). A fás vegetáció által megnövelt felszíni érdesség csökkenti a felszín közeli légmozgás sebességét, aminek lehetnek pozitív és negatív vonatkozásai is. Télen ez akár jelentős fűtési energia megtakarítással is járhat (Loehrlein 2014).

A levegőminőség javításának fontos eleme, a levélfelülettől függő mennyiségű légszennyező anyagok megkötése (pl. ózon, nitrogén-és kéndioxid, üledő por). Ugyanakkor a fotoszintézisük során a fák tetemes mennyiségű CO<sub>2</sub>-ot használnak fel (azaz vonnak ki a levegőből), ami a legfontosabb üvegházgázok egyike (Nowak et al. 2006). Ez utóbbit kivéve az eddig felsoroltaknak közvetve, vagy közvetlenül az emberi egészségre is hatása van, a humán komforton vagy a légzőszervi megbetegedéseken keresztül.

A városi faállomálynak nagyon jelentős ökoszisztéma szolgáltatása a lehulló csapadék nagyarányú felfogása a levélfelületen (intercepció), aminek egy része közvetlenül innen párolog el, más része pedig lassan közvetítődik a talaj felé, megkönnyítve ezzel a beszivárgást, és jelentősen lecsökkentve (állomány méretétől, állapotától függő mértékben) az extrém csapadékesemények alkalmával jelentkező villámárvizek méretét. Az ilyen módon felfogott víz nem terheli adott időpillanatban a csatornarendszert, később hatékonyabban beszivároghat a talajba, ami javítja a rossz adottságú városi talajok minőségét (Day and Dickinson 2008). (Érdemes költséghatékonysági kalkulációkat végezni arra nézve, hogy a zöld infrastruktúra adott



mértékű fejlesztése milyen nagyságrendű csatornafejlesztéstől „kíméli meg” a város költségvetését, miközben a fentebb bemutatott hatások révén számos egyéb pozitív hozadéka is van.)

A zöldfelületi vagyonszázezer törvényi kötelezettség az önkormányzatok számára, amelyben a fás vegetáció is tekintélyes részt képvisel. Természetesen a faállományt tekintve az adott famennyiség értékénél ebben az esetben sokkal többről van szó. A szennyezőanyag- és szén megkötés, a csapadékvíz felfogásával elért lefolyáscsökkenés, az épületek árnyékolásával elérhető energia megtakarítás még a pénzbeli értékben viszonylag könnyebben kifejezhető tényezők közé tartozik. A termikus komfort csökkentése, az esztétikai és/vagy kulturális érték, a mentális és fizikai regeneráló hatás már sokkal elvontabb fogalmak és nehezebben forintosítható hozadékai a jól karbantartott zöldfelületnek és faállománynak, de kétség kívül az értékelésnél szerepet kell, hogy kapjon. Különösen nehézé teszi a monetáris értékelést, hogy a gazdasági szemlélettől idegen az a tény, hogy egy „vagyontárgy” az évek előrehaladtával nemhogy veszít az értékéből (amortizálódik) hanem épp ellenkezőleg egyre értékesebbé válik (McPherson 2003).

## 2. Mintaterület és módszer

Szeged térsége természetföldrajzi szempontból az Alsó-Tisza vidékhez tartozik (Dövényi 2010). Tengerszint feletti magassága 78-85 méter között alakul. Péczely 1979-es felosztása szerint Magyarországon belül az Alföldet meleg-száraz éghajlat jellemzi, ezáltal Szeged közvetlen környékének klímájára is jellemző a nagy nyári meleg, amikor aszály is kialakulhat, magas a napfénytartam, kicsi a páratartalom. Télen ritka a hóborítás és a hótakaró is vékony. Szeged a Dél-Alföld legnagyobb lélekszámú városa: lakossága kb. 170 000 fő, területe 281 km<sup>2</sup>. A várost romba döntő 1879-es nagy árvíz utáni újjáépítés következtében a település szerkezetére a sugaras-körutas városszerkezet a jellemző, amelynek tengelye a Tisza (Unger 1997).

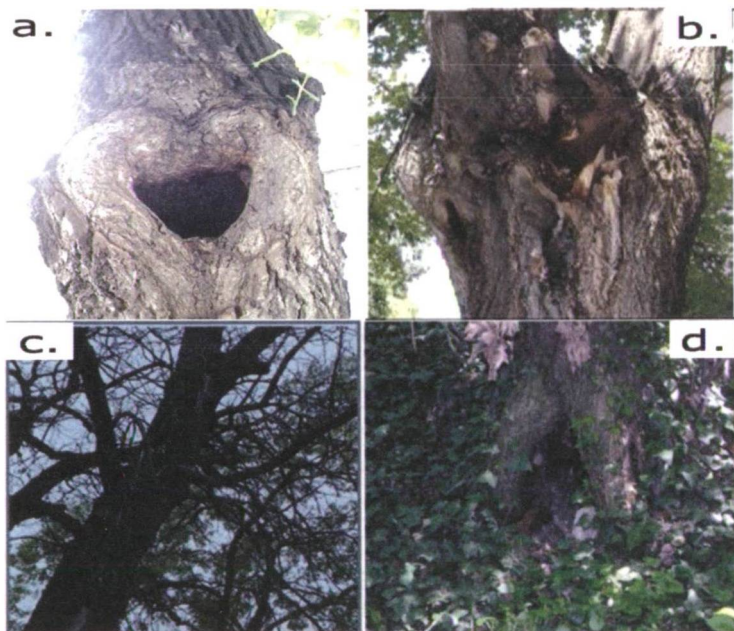
Szegednek méretéből adódóan már jól detektálható klimatikus hatása van lokális léptékben. Ennek legszembevetőbb jelensége a mesterséges felszínborítás (és összetett felszíni struktúra) miatti ún. városi hősziget kialakulása, amely napnyugta után néhány órával jelentkezik legkifejezettebben. Szegeden ez a hőtöbblet átlagosan 2-3 °C, de nyugodt, anticiklonális időszakokban akár a 6-8 °C-ot is elérheti (Balázs et al. 2009). Ez (számos egyéb klimatikus hatással együtt) jelentősen befolyásolja a városi növényzet életlehetőségeit. (Ezért lehet hasznos, ha a növényzeti kutatásokat klimatológiai szempontú vizsgálatokkal is kiegészítjük, illetve fordítva, a növényzet klímamódosító hatását is vizsgáljuk).

Ahhoz, hogy hosszú távon is fenntartható, hatékony zöldfelület-menedzsmenttel rendelkezzen egy város, naprakész, részletes adatbázisra van szükség. Ennek érdekében 2012-ben az Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék (a Szegedi Környezetgazdálkodási Nonprofit Kft-vel együttműködésben) hallgatók bevonásával olyan részletes fakataszter létrehozásába kezdett, amely naprakész adataival segíti a Fenntartó operatív feladatainak ellátását és emellett megfelelő adatbázist teremt a faállomány városökológiai szerepének (pl. több szempontú ökoszisztéma szolgáltatás értékelés) tudományos vizsgálatához is.



Az adatfelvételezés igen nagy idő- és emberi erőforrásigénnyel offline (papír alapú felvételezéssel) történik.

A terepi felmérés kivitelezéséhez a késő tavasztól kora őszig terjedő időszak a legmegfelelőbb, vagyis a vegetációs időszak azon szakasza, amikor a lombzat már teljes mértékben kifejlődött, és még nem indult be az őszi lombhullatás. Egyes paraméterek (pl. a lombkorona pontos kiterjedése, a károsodás mértéke stb.) csak ebben az időszakban állapíthatók meg megfelelő pontossággal. Minden 5 cm-nél nagyobb törzsátmérővel rendelkező egyed felvételezésre kerül, amely során számos adatot rögzítünk (pl. faj, kor, egyedi méret paraméterek, pontos elhelyezkedés stb.), valamint minden fáról fénykép is készül, mely bekerül az adatbázisba.



1. ábra. A fa súlyos betegségei: a., odvasodás, b., koronaalapi korhadás, c., vágás-korhadás, d., gyökérnyaki odvasodás

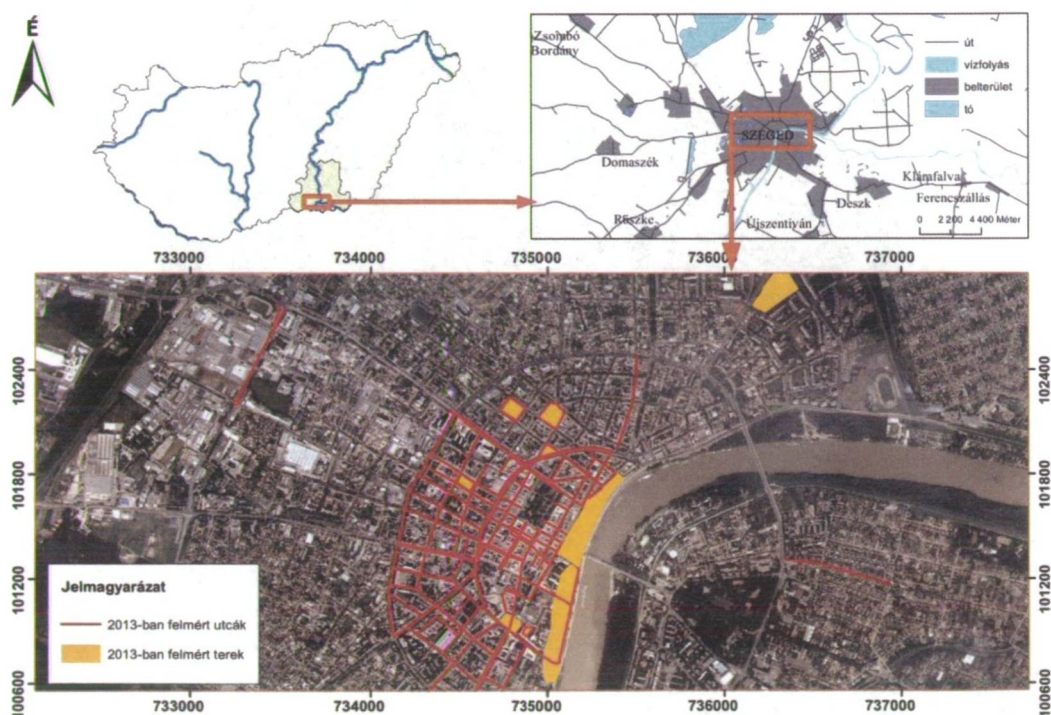
A további adatok a fa közvetlen környezetére (pl. a faverem vagy az esetleges favédelem jellege, közeli károsító tényezők stb.) illetve az egészségi állapotára vonatkoznak. Az egészségi adatoknál a felvételkor ki kell térni a gyökérzetten, a törzsön és a lombkoronában található sérülések, elváltozások feljegyzésére, valamint az egyéb anomáliákra is, amelyeket a megjegyzés rovatban tüntetünk fel (1. ábra). Ezek alapján a korona és a törzs külön-külön felvett egészségi jellemzőinek eredőjeként áll elő a fa egészére vonatkozó 5 fokozatú skála szerinti értékelés. A tapasztalt károsodásokhoz a felvételt végző kezelési javaslatokat is tesz az elvégezendő munkák rovatban.

A tudományos elemzések minél pontosabb kivitelezésének érdekében néhány olyan paramétert is rögzítünk az egyedről, ami eddig nem képezte a fakataszterek



törzsadatát. Ilyenek pl. a korona elszáradásának mértéke, a csonkolásból adódó hiánya (százalékos formában), illetve a fa fényellátottságának mértéke. Ezek az adatok a későbbi szennyező anyag- és szénmegkötési számításokhoz a valóságot minél inkább megközelítő fatérfogat- és levélfelület-számításokat teszik lehetővé, így az egyes szabályozó ökoszisztéma szolgáltatások az eddiginél jóval pontosabban értékelhetők. Ez pedig előrevetíti annak lehetőségét, hogy a szolgáltatások monetáris értékelése az eddig alkalmazott módszereknél pontosabban történhessen (Takács et al. 2014).

A térbeli adatok rögzítéséhez finom felbontású térinformatikai rendszer alkalmazása is szükséges, hiszen a sokrétű felhasználói (és tudományos) igényeknek megfelelően az adatok térbeli ábrázolására és elemzésére is szükség van. A Greenformatic – Térinformatikai Információs Program, 2008-ban az Adat Soft Informatika E.C., valamint az Online Net Kft. cégek fejlesztésének eredményeként került a piacra. A software egy olyan zöldfelület-nyilvántartási program, amely térinformatikai alapokon készült. Az egyes objektumokhoz koordinátákat társít, míg a leíróadatok segítségével a fa állapotáról, annak helyéről, kezeléséről tárolhatunk információt. Ezzel elsősorban a közvetlen felhasználó mindennapi munkáját könnyíti meg. A program a munkaterület megjelenítéséhez különféle rétegeket alkalmaz, melyek egyaránt lehetnek raszteres, illetve vektoros adatok.



2. ábra. 2013 novemberéig felmért utcai fasorok és terek Szegeden

Jelen munkánkban bemutatott eredmények a 2013 novemberéig rögzített több mint 5000 faegyed adatából készültek. A felvételezés illetve az adatok rögzítése a 2. ábrán jelölt területekre terjedt ki eddig az időpontig, vagyis jobbra a város Nagykörúton belüli, sűrűbb beépítettségű területeit reprezentálja. (A felmérés 2014-ben is tovább folyt, amelynek köszönhetően a teljes Nagykörúton belüli terület felmérésre került, Újszeged kivételével.)

### 3. Eredmények

A 2013 novemberéig felvételezésre került (és 2014. májusig rögzített) faállomány adatbázisa 5197 objektumot tartalmaz, az egyedek összesen 110 faj, illetve 4 egyéb kategóriába (tuskó, üres fahely, megszűnt fahely, kiszáradt fa) sorolhatóak.

1. táblázat. Szeged feltérképezett faállományában előforduló leggyakoribb fafajok

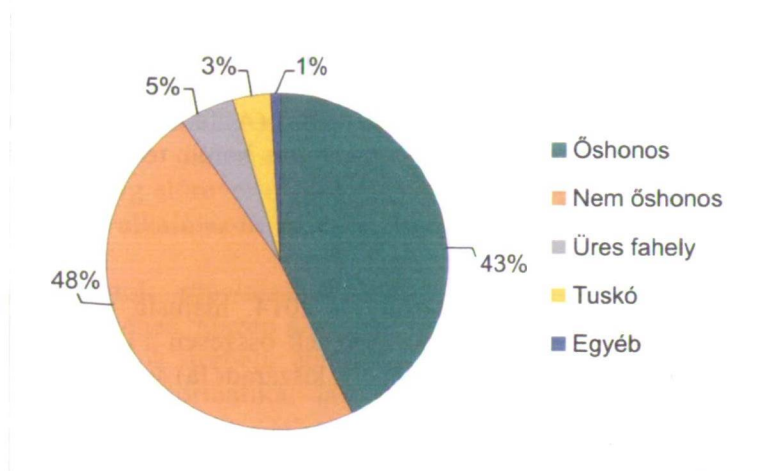
| Fafaj                    |                                | Egyedszám | %      |
|--------------------------|--------------------------------|-----------|--------|
| Kislevelű hárs           | <i>Tilia cordata</i>           | 634       | 12,2%  |
| Japánakác                | <i>Sophora japonica</i>        | 542       | 10,4%  |
| Nyugati ostorfa          | <i>Celtis occidentalis</i>     | 472       | 9,1%   |
| Ezüst hárs               | <i>Tilia tomentosa</i>         | 458       | 8,8%   |
| Nagylevelű hárs          | <i>Tilia platyphyllos</i>      | 229       | 4,4%   |
| Bugás csörgőfa           | <i>Koelreuteria paniculata</i> | 224       | 4,3%   |
| Fehér vadgesztenye       | <i>Aesculus hippocastanum</i>  | 168       | 3,2%   |
| Gömb kőris               | <i>Fraxinus ornus 'Mecsek'</i> | 121       | 2,3%   |
| Juharlevelű platán       | <i>Platanus x hispanica</i>    | 121       | 2,3%   |
| Korai juhar              | <i>Acer platanoides</i>        | 117       | 2,3%   |
| Domináns fajok összesen: |                                | 3086      | 59,38% |
| Egyéb fajok              |                                | 1655      | 31,85% |

A felmért faállomány fajösszetétele igen gazdag, de az egyedek mintegy 60%-a 10 domináns fajhoz tartozik (1. táblázat). Ugyanakkor 48 olyan faj van az adatbázisban, amely 5-nél kevesebb egyeddel képviselteti magát az állományban.

A feltérképezett egyedek majdnem fele tájidegen, tehát nem őshonos Magyarországon (3. ábra). A nem őshonos fajok közül a legnagyobb számban a japánakác, a nyugati ostorfa, továbbá a bugás csörgőfa egyedei vannak jelen (200 feletti egyedszámmal). Az őshonos fajok közül a legnagyobb számban a hárs (*Tilia sp.*) nemzetségből származó egyedek képviseltetik magukat, összesen 1321 példánnyal.

Figyelemre méltó, hogy az üres fahely-tuskó-egyéb kategóriák 2013. novemberi állapot szerint a teljes állomány 8,6 %-át tették ki, ami a felmért területen 490 olyan fahelyet jelent, amely újraterelítésre vár. Ez a szám 2013 telén tovább növekedett, mert a téli kivágások mellett a Kossuth Lajos sugárút felújítása során is számos egyedet kellett kivágni a sugárút mentén, viszont 2013 és 2014 őszén telepítések is történtek. Ezek a változások jelen elemzésünkbe még nem kerülhettek bele.





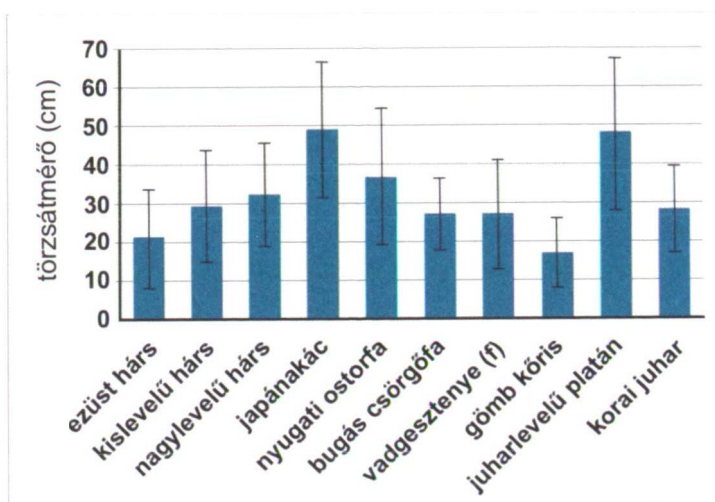
3. ábra. A faállomány megoszlása őshonosság alapján (egyéb: pl. kiszáradt fa, megszánt fahely, be nem azonosított fajtájú fa)

Ez is felhívja a figyelmet arra, hogy milyen alapvető fontosságú a naprakész adatbázis, amelyben amellet, hogy a meglévő állomány minél nagyobb pontossággal benne van, a beavatkozások is a lehető legrövidebb időn belül rögzítésre kerülnek. Így segítheti elő az adatbázis a hatékony zöldfelület-menedzsmentet. A kipusztult, vagy (többnyire egészségi okból kivágott) egyedek magas száma egyértelmű következménye a bevezetőben bemutatott városi környezetállapot-romlásnak.

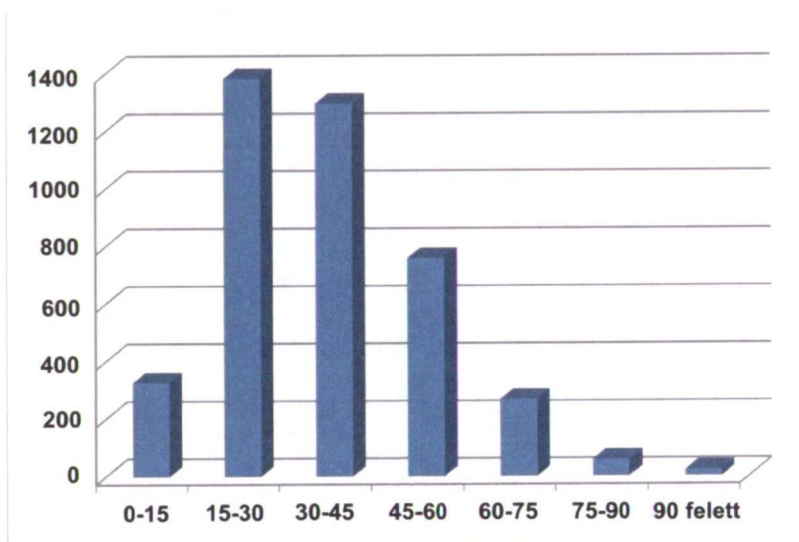
Az egyedekről rögzített méretparaméterek amellet, hogy lehetővé teszik a „fatömegvagyon” hozzávetőleges megbecsülését, számos egyéb elemzést is segítenek. A törzsátmérők pillanatnyi megoszlása közvetve az állomány koreloszlására is utal. Igaz, ebben a tekintetben a városi fákról még viszonylag kevés a szakirodalmi információ, a fa korának törzsátmérőből történő megbecsülésére inkább természetes állományokra vonatkozó adatok állnak rendelkezésre.

(Egy pontos, éveken át naprakészen tartott adatbázis többek között e tekintetben is hasznos információkkal szolgálhat, hiszen segítségével az eddigieknél pontosabb egyenletek állíthatók fel a városi fák növekedési ütemének, és ezáltal korának meghatározására).

A szegedi állományban a legnagyobb átlagos törzsátmérővel a japánakác valamint a juharlevelű platán rendelkezik, mindkét fajnál megközelíti az 50 cm-t. Igaz, ezeknél a fajoknál tapasztalhatjuk a legnagyobb szórást is ebben az adatban, vagyis ezen fajok törzsátmérője (és ezzel együtt a kora is) jóval nagyobb értékskálát reprezentál, mint a többi fafajé. Hasonlóképpen nagy szórás mutatkozik a nyugati ostorfánál, kisebb átlagos törzsátmérő mellett. A legkisebb átlagos törzsátmérővel az ezüsthárs, a bugás csörgőfa és a gömb kőris rendelkeznek. E két utóbbi faj esetén a szórás is a legalacsonyabb, vagyis vélhetően a leghomogénebb (és legfiatalabb) koreloszlású fajok az állományban (4. ábra).



4. ábra. A tíz leggyakoribb faj faj átlagos törzsátmérője a szórással



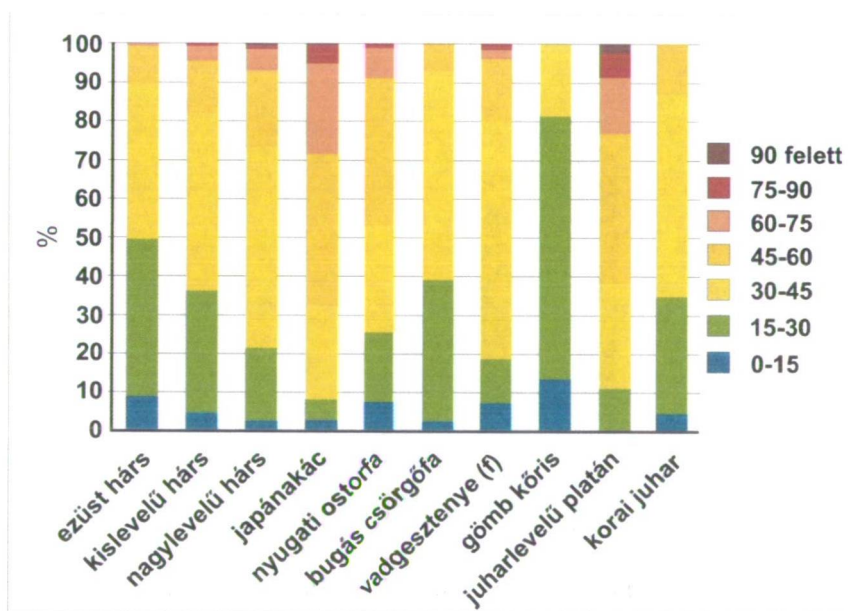
5. ábra. A teljes állomány korosztályonkénti megoszlása

A teljes állomány koreloszlását vizsgálva megállapítható, hogy az eddig felmért állomány átlagéletkora 36 év, a legidősebb egyedek korát 103 évre becsüli a program. Ha a teljes állomány koreloszlását nézzük, akkor a 15-45 éves korosztály teszi ki a teljes állomány 66%-át (5. ábra). A koreloszlásból az látszik, hogy az utolsó nagy „kampányszerű” faültetés ezen a területen az 1980-as évek végén és a 90-es évek elején volt, de jelentős telepítések történtek a két világháború között és a 70-es években is. (Fontos megjegyezni, hogy jelen esetben egyelőre csak a város Nagykörúton belüli területeiről állnak rendelkezésünkre feldolgozható adatok. Mivel ezek a jelenségek, a



város szerkezeti fejlődésével is szorosan összefüggenek, a későbbiekben előálló szélesebb adatbázis alapján jelentősen megváltozhat ez a kép.) A 90 év feletti idős példányok száma mindössze 22. Városi fák esetében – tekintettel a kedvezőtlen ökológiai adottságokra – ez a magas kor igen ritka, különösen annak fényében, hogy Szegeden valójában (a nagy pusztítás miatt) csak az 1879-es árvíz után a város újjáépítésétől datálhatók a fatelepítések, vagyis ezek az egyedek vélhetően még az árvíz utáni első telepítések hírmondói lehetnek. A legidősebb egyedek között van néhány platán a Széchenyi téren, illetve a Korányi fasor idős tölgyei.

A 10 leggyakoribb faj koreloszlását részletesen vizsgálva jól kirajzolódnak a „fásítási szokások” az elmúlt száz évben. Látható, hogy a legváltozatosabb korstruktúrával a nagylevelű hárs, a japánakác és a juharlevelű platán rendelkezik. Ez arra enged következtetni, hogy ezek a fajok az utóbbi száz évben szinte egyforma népszerűségnek örvendtek, telepítésük az évszázad minden időszakában előszeretettel történt (6. ábra).



6. ábra. A tíz leggyakoribb fafaj koreloszlása

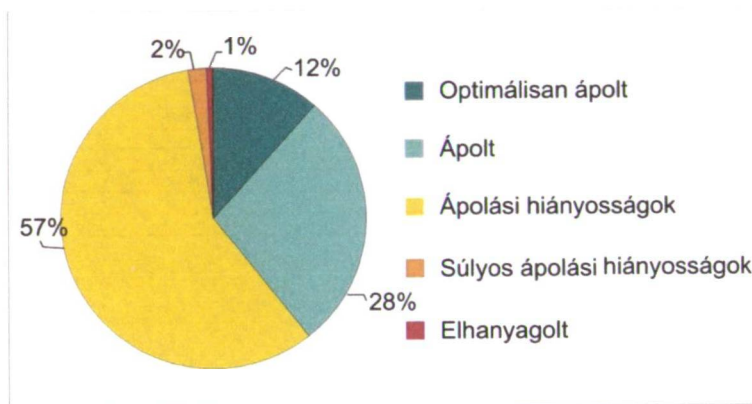
Az 1970-es évek egyértelmű „kedvence” volt a vadgesztenye, a mai fehérvirágú állomány túlnyomó többsége a 30-45 éves korcsoportba tartozik. A faj sok szempontból ideális parkfa: pl. nagyon jelentős a mikroklíma javító hatása azáltal, hogy a lombkorona a direkt sugárzás csekély százalékát engedi át, valamint az év szinte minden szakában dekoratív. A faj egészen a 80-as évek végéig (a vadgesztenyelevel-aknázómoly tömeges magyarországi elszaporodásáig) nagyon kedvelt is volt, mára azonban kritikus állapotba került az állomány.

A korosabb egyedek részaránya a japánakác és a platán esetében a legnagyobb. Úgy látszik azonban, hogy ezek a fajok az utóbbi 20 évben veszítettek népszerűségükből, a fiatal telepítésű korosztály alig képviselteti magát az állományban.

A legegyszerűsebb koreloszlás a 42 éves átlagos életkorral rendelkező nyugati osterfa állományában figyelhető meg. Ez abból adódik, hogy ez a faj jellemezhető az egyik legjobb várostűrővel, a kedvezőtlen körülményeket (lég- és talajszennyezés, szárazság) sokkal jobban tűri az átlagosnál, így előszeretettel alkalmazták régebben és ma is városi fásításra.

Az utóbbi 20-30 évben a hangsúly azonban egyértelműen az ezüst- és kislevelű hárs, a bugás csörgőfa és a gömbkőris irányába tolódott. A hársak koreloszlását elemezve jól látszik, hogy 1965-től napjainkig a város fásításának divatfái Szegeden (Gaskó 2008), és az utóbbi évtizedekben fiatalítás figyelhető meg. A fiatalabb egyedek aránya viszont az ezüsthársnál a legnagyobb (közel 50%). Ez abból adódik, hogy az utóbbi években sok esetben a kipusztuló nagylevelű hársak helyét a városi körülményeket jobban tűró ezüsthárral pótolják.

A zömmel belvárosi, erőteljesebb beépítésű területeken nem csoda, hogy olyan fajok kapnak helyet nagy arányban az utóbbi 20 évben, amik viszonylag kis termetükkel nem nőnek ki hamar a rendelkezésre álló szűkös teret. Így a korlátozott magassági növekedésű gömbkőris fiatal telepítései ebből is adódhatnak.



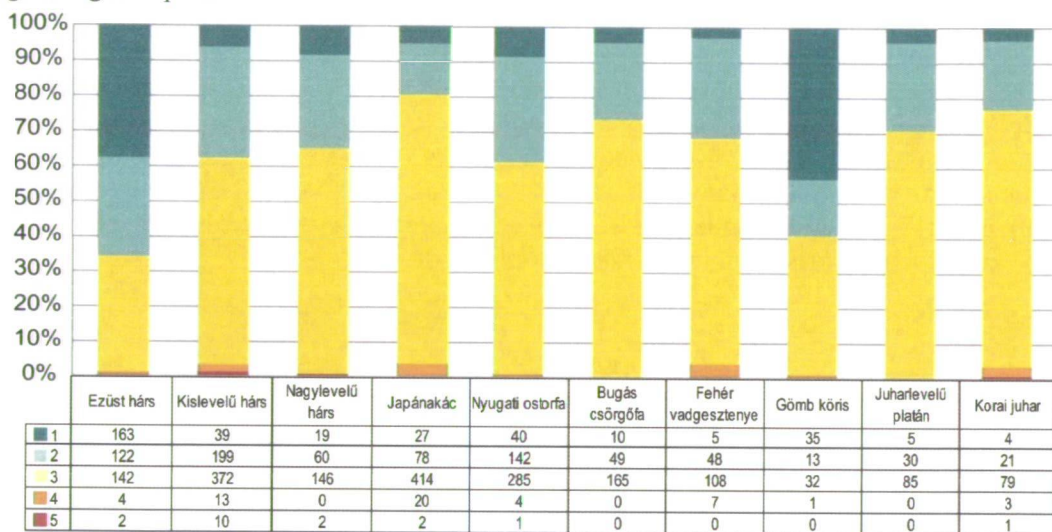
7. ábra. Az állomány egészségi állapota

Az állomány egészségi állapotának vizsgálatát a módszertani részben bemutatott standardok szerint végeztük. Az állomány egészét tekintve öröndetes, hogy 40% viszonylag jó ápoltsági állapotban van, tehát a törzsön és a lombkoronán csak kisebb elváltozások figyelhetők meg. A másik véglet a súlyos ápolási hiányosságokkal rendelkező egyedeket jelenti, amelyeknél olyan súlyos törzs- és/vagy lombkorona károsodásokat tapasztaltunk, mint pl. mélyre hatoló odvasodás, korhadás gyökérnyakon vagy koronaalapon – amely közvetlen balesetveszély kialakulásáért lehet felelős –, vagy csúcsszáradás, ami jelentős gyökérkárosodásra figyelmeztethet. Ezek a tünetek azonnali és jelentős beavatkozásokat igényelnek, vagy egyes esetekben már menthetetlenné



teszik a fát (7. ábra). Ilyen egyedből a jelenleg feldolgozásra került adatbázisban 60 db-ot rögzítettünk, ami ugyan az egész állománynak csak 3 %-át teszi ki, de mivel többnyire sűrűn lakott, belvárosi területeket érint, fokozott odafigyelést igényel.

A 10 leggyakoribb faj egészségi állapotának adataiból számos érdekes tényre lehetünk figyelmesek. A valamilyen mértékű ápolási hiányosság (azaz az egészségi állapot változó – de az enyhénél nagyobb fokú – leromlása) legnagyobb arányban a japánakácnál (77%), a juharlevelű platánál (71%), a bugás csörgőfánál (74%) és a korai juharnál (73%) figyelhető meg (8. ábra). Az előbbi kettő a koreloszlásban a legidősebb átlagos életkorral rendelkezett, köztük viszonylag nagy arányban idős egyedekkel. Ez természetesen magyarázattal szolgálhat az átlagosnál leromlottabb egészségi állapotra.



8. ábra. A tíz leggyakoribb fafaj egészségi állapota (1: Optimálisan ápolott, 2: Ápolott, 3: Ápolási hiányosságok, 4: Súlyos ápolási hiányosságok, 5: Elhanyagolt)

A bugás csörgőfa második helye ebben a rangsorban érdekes jelenség, hiszen korábban a koreloszlási képből az tűnt ki, hogy a csörgőfa állomány viszonylag fiatal, ezért nem lenne indokolt a gyenge egészségi állapot. Leginkább arra figyelmeztet ez a tény, hogy a szegedi körülményeket nem jól tűri ez a faj. Ugyanerre utalhat a korai juhar esetén is a magas arány. A „súlyos ápolási hiányosságok” vagy az „elhanyagolt” kategóriába a súlyos korona alapi-, gyökérnyaki korhadással, erős, mélyre hatoló vázág korhadással rendelkező, illetve a jelentősen előrehaladt odvasodású egyedek tartoznak (lásd 1. ábra).

Ez a két kategória a kislevelű hársnál, a japánakácnál, a nyugati osterfánál és a fehér vadgesztenyénél jelenik meg jelentősebb arányban, vagyis ez a 4 faj tűnik a legveszélyeztetettebbnek a fajkészletből. Magyarországon a '90-es évek elején szaporodott el gyors ütemben a vadgesztenyelevelű-aknázómoly, és ez a fertőzés a szegedi állományt sem kímélte. Ma a város jelentős részén súlyos problémák jelentkeznek a vadgesztenye-állományban. Sok esetben az egyedek már július végén, augusztus elején lehullajtják a

leveleiket és szeptemberben másodvirágzásba kezdenek (ez természetesen jelentősen gyengíti a fa immunrendszerét).

A legjobb egészségi állapottal az ezüst hárs, valamint a gömb kőris rendelkezik. Ugyanis az optimálisan ápolat, valamint az ápolat kategóriába tartozó egyedeiknek az aránya jóval 50% felett található. Ennek valószínűsíthető oka, hogy e fajok rendelkeznek a legfiatalabb állománnyal, sok közöttük a viszonylag friss telepítés. Igaz ugyanakkor, hogy ha hasonló korosztályokat hasonlítunk össze, akkor ezek a fajok hasonló korú más fajhoz tartozó egyedekhez képest is jobb állapotban vannak. Ez következhet a jó várostűrő tulajdonságaikból is.

#### 4. Összefoglalás, kitekintés

A városi fás vegetáció városökológiai szerepe nagyon nagy, ugyanakkor a „társadalmi megbecsülésük” ma még Magyarországon nem minden esetben tükrözi ezt. Igen kevés például az olyan önkormányzat hazánkban, amelyiknek naprakész, jól használható faállomány-felmérése van. Az Európai Unió következő költségvetési ciklusában (2014-2020) különösen nagy hangsúlyt fektetnek a zöld infrastruktúra fejlesztésére. Nem véletlen, hiszen az optimálisan megválasztott növényzet a globális változások szélsőségeit nagymértékben tompíthatja ezen a lokális skálán, a város kedvezőtlen életfeltételeit jelentősen javíthatja. De ehhez naprakész zöldfelületi nyilvántartás szükséges, ami megmutatja az egyes fák egészségi állapotát, elhelyezkedését, illetve a végzett és végzendő teendők szintjén is informatív. Eddigi nagyobb előrelépések a magyarországi nagyvárosok faállomány nyilvántartásában mutatkoznak. Szeged élen jár ebben, hiszen nyilvántartását folyamatosan bővíti, korszerűsíti. A naprakész adatbázis elengedhetetlen feltétele a hatékony zöldfelületi menedzsmentnek, ugyanakkor a legmunkaigényesebb része is. A mindennapi munkák során (katasztrozálás közben is) történik a fák folyamatos cseréje, állományának fiatalítása, egyedek kivágása, ezért igen gyakoriak a változások, amelyet folyamatosan nyomon kell követni.

Noha a jelen tanulmányban bemutatott adatok Szeged valós közterületi faállományának egy kis részét foglalták magukba, a jelenlegi adatbázis is igen sokrétű elemzést tesz lehetővé, amelyből itt elsősorban a fajszerkezetet, valamint a kor-, méret- és egészségi megoszlást vizsgáltuk.

A fák jelentős része 45 évnél nem idősebb, mindössze 10 egyed tartozik a jelenlegi adatbázisban a 100 év feletti korosztályba. Ez azzal magyarázható, hogy Szeged jelenkorra hatást gyakorló fásítását 1879-től számíthatjuk, hisz az előtte telepített fákat az árvíz elsöpörte. (Nem hagyhatjuk figyelmen kívül a háborúk ideje alatt bekövetkező faritkításokat sem, melyet a városi polgárok hajtottak végre a tüzelőanyag hiánya miatt.)

A legidősebb egyedek között vannak például a Korányi fasor idős tölgyei, amelyek bizonyíthatóan az árvíz utáni első telepítésből valók. A partfal felújítása kapcsán éppen emiatt kell különösen körültekintően eljárni a kivitelezés során, hiszen hatalmas egyedi értéket képvisel egy-egy ilyen koros, jó állapotú példány, részben a tényleges ökoszisztéma szolgáltatásainak értéke miatt, másrészt az eszmei-kulturális érték miatt. (Egy-egy ilyen egyed esetén ez a mai standard módszerekkel számolva is milliós nagyságrend.) A faállomány koreloszlása érdekes kérdéseket vet fel. A döntéshozó és az



állomány kezelését végző szervezet számára fontos kérdés, hogy meddig „éri meg” egy idős példány megtartása, azaz mikortól kerül jelentősen többbe a fenntartás (a növekvő ápolási munkálatok, esetleges egyéb negatív tényezők pl. aszfalt feldomborodás, balesetveszély miatt), mint amennyi az egyedhez köthető pozitív hozadék. Az ilyen idősödő populációk mellett, hogy a nagy lombkorona és levélfelület miatt nagyon jelentős lehet pl. a levegőminőség javításában betöltött szerepük, általában magasabb ápolási igénnyel is rendelkeznek. Ugyanakkor nagyon komoly esztétikai, történelmi, kulturális értékek kapcsolódhatnak hozzájuk, amit nehéz pénzben kifejezni.

A nagy fásítási hullámok az egyes fajoknál a koreloszlási adatokból tisztán kivehetőek, mint ahogy az is, hogy a legjobb egészségi állapotban a folyamatosan fiatalított, vagy nemrégiben telepített fajok vannak. Bizonyos esetekben azonban felmerülnek ellentmondások is ebben a stratégiában, hiszen a csörgőfa egészségi állapota például a fiatal állomány ellenére elég rossz, így a „rentábilis” fenntartása is nehezebb.

Az egészségi állapot tekintetében egyes fajoknál viszonylag magas az ápolási hiányosságok kategória aránya. Különösen rossz egészségi állapotban vannak a fehérvirágú vadgesztenyék. A város több területén az utóbbi években sok egyedet kellett kivágni ebből a fajból. A pótlásukra a megfelelő anyagi források megteremtődése után valószínűleg a vörös virágú hússzínű vadgesztenye (*Aesculus × carnea*) fajt fogják használni, amely ellenálló az aknázó moly kártevővel szemben. Figyelemre méltó kezdeményezés az állomány egészségi állapotának javítása érdekében az is, hogy 2014 végén a Szentháromság utca jelentős részén a körülbetonozott fatükröket kibontották. A mulccsal és cserjékkel fedett talajfelszín esetén jelentősen megnő a beszivárgott csapadékmennyiség, ami sokat javíthat az olykor végletesen kiszáradt városi talajokban sínylődő faállományon (bár lehetséges, hogy az erősen leromlott állapotú fasort már ez az intézkedés sem menti meg).

Az idősebb koreloszlású nagylevelű hárs, platán és japánakác állományoknál szintén rosszabb az egészségi állapot, ezeknél a fajoknál megjelenik a súlyos ápolási hiányosság kategória is. Jelenleg a legjobb egészségi állapotú az ezüst hárs állomány, ami részben a fiatal koreloszlásból adódhat, másrészt abból is, hogy ez a szubmediterrán faj jobban bírja a városi körülményeket az átlagosnál. Éppen ezért megfontolandó alternatíva az egyéb hársak cseréjénél.

A megfelelő fajkészlet kialakítása nagyon nehéz feladat. Rengeteg szempontot kell a fenntartónak figyelembe vennie, más és más közterületi típusok más igényeket támasztanak és oda eltérő fajok jelenthetik az ideális választást. Az utóbbi években „felkapott” lett a gömbkőris, az utóbbi évtizedek telepítéseinek kedvelt kőris fajtája. A viszonylag kis levélfelülettel és jelentősebb sugárzásáteresztő képességgel rendelkező fajta telepítése ugyanakkor bizonyos helyszíneken (pl. nagy forgalmú köztereken) a klímatudatos várostervezés modern elveinek mondhat ellent. Ezen kérdések megválaszolása az adatbázis mélyreható elemzésével és további kutatásokkal válhat könnyebbé, ami hosszabb távon kutatócsoportunknak is célja, másrészt az önkormányzati igényekkel is találkozik.

## Irodalom

- Andrade H, Vieira R (2007): A climatic study of an urban green space: the Gulbenkian park in Lisbon (Portugal). *Finisterra*, 17, 27-46.
- Balázs B, Unger J, Gál T, Sümeghy Z, Geiger J, Szegedi S (2009): Simulation of the mean urban heat island using 2D surface parameters: empirical modeling, verification and extension. *Meteorological Application* 275-287.
- Bowler DE, Buyung-Ali L, Knight TM, Pullin AS (2010): Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning* 97, 147-155.
- Day SD, Dickinson SB (szerk.) (2008): *Managing Stormwater for Urban Sustainability using Trees and Structural Soils*. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
- Égerházi LA, Kovács A, Unger J (2013): Application of microclimate modelling and onsite survey in planning practice related to an urban micro environment. *Adv Meteorol*, Paper 251586
- Gaskó B. (2008): Móra Ferenc Múzeum évkönyve. Természettudományi Tanulmányok. *Studia naturalia* 4. Csongrád Megyei Múzeumok Igazgatósága, Szeged.
- Konarska J, Lindberg F, Larsson A, Thorsson S, Holmer B (2013): Transmissivity of solar radiation through crowns of single urban trees—application for outdoor thermal comfort modelling. *Theor Appl Climatol* DOI 10.1007/s00704-013-1000-3
- Lin B-S, Lin Y-J (2010): Cooling Effect of Shade Trees with Different Characteristics in a Subtropical Urban Park. *HortScience* 45:83-86.
- Loehrlein M (2014): *Sustainable Landscaping. Principles and Practicles*. Taylor & Francis Group, 978-1-4665-9321-3 (e-Book)
- McPherson EG (2003): A benefit-cost analysis of ten street tree species in Modesto, California, U.S. *Journal of Arboriculture* 29, 1-8.
- Nowak DJ, Crane DE, Stevens JC (2006): Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* 4, 115-123.
- Shashua-Bar L, Pearlmutter D, Erell E (2010): The influence of trees and grass on outdoor thermal comfort in a hot-arid environment. *International Journal of Climatology* 31, 1498-1506.
- Takács Á, Kiss M, Gulyás Á (2014): Some aspects of indicator development for mapping microclimate regulation ecosystem service of urban tree stands. *Acta Climatologica et Chorologica* 47-48, 99-108
- Unger J. (1997): Városklimatológia – Szeged városklímája. *Acta Climatologica et Chorologica Univ. Szegediensis* 31/B (Urban Climate Special Issue), 69.
- Zhang, Z, Lv Y, Pan H (2013): Cooling and humidifying effect of plant communities in subtropical urban parks. *Urban Forestry & Urban Greening* 12, 323–329





# A SZÉLERÓZÍÓ ÉRZÉKENYSÉG KLÍMAVÁLTOZÁSHOZ KÖTHETŐ VÁLTOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGON

*Mezősi Gábor – Blanka Viktória – Ladányi Zsuzsanna – Bata Teodóra*

## 1. Bevezetés

A szélerózió Európában megközelítőleg 42 millió hektárnyi mezőgazdasági művelés alatt álló területet veszélyeztet (EEA 1998). Nagy területeket érint a Mediterrán térségben (López et al., 1998, Moreno Brotons et al. 2009), Észak-Európa mérsékelt éghajlatú területein (Eppink – Spaan 1989, Barring et al. 2003), illetve a Kárpát-medencében is (Mucsi – Szatmári 1998, Lóki 2011). Az elmúlt évtizedekben a változó mezőgazdasági gyakorlat miatt (pl. parcellaméret növekedés, intenzív művelés) egyre jelentősebbé vált a szélerózió veszélyeztetettség (Riksen et al. 2003) és ez a jövőbeli előre jelzett klímaváltozás miatt tovább fokozódhat. Ezért egyre több kutatás fókuszál a problémára mind regionális és parcella szinten is (Gomes et al. 2003).

A szélerózió és az üledék felhalmozódás a Kárpát-medence művelt területen is a jelentős gazdasági károkat okozó természeti veszélyek közé tartozik. A természeti veszélyek együttesen (jég, tűz, tavaszi fagyok, aszály, belvíz, heves esőzések, szélerózió) megközelítőleg 300 millió EUR veszteséget okoztak az elmúlt évtizedben (Kemény et al. 2013, Gaál et al. 2014). A szélerózió okozta károk egyrésztől közvetlen károk (fizikai sérülés áprilisban leginkább zöldségeken és cukorrépán), melyek kb. 15-20.000 ha területet érintenek megközelítőleg 1500-3000 EUR/ha értékben (Kemény 2013). A közvetett hatások ennél sokkal jelentősebbek (termésveszteség, degradálódó talajszerkezet és csökkenő termékenység, termőterület-csökkenés), viszont számszerűsítésük nehezebb. A potenciális szélerózió-veszélyeztetettségi térkép szerint Magyarország területének 26,5%-a közepesen és erősen szélerózió-veszélyeztetett (Lóczy et al. 2012). Az elmúlt évtizedekben tapasztalható csökkenés a tavaszi hónapok csapadékmennyiségében a szélerózió fokozódásához járul hozzá.

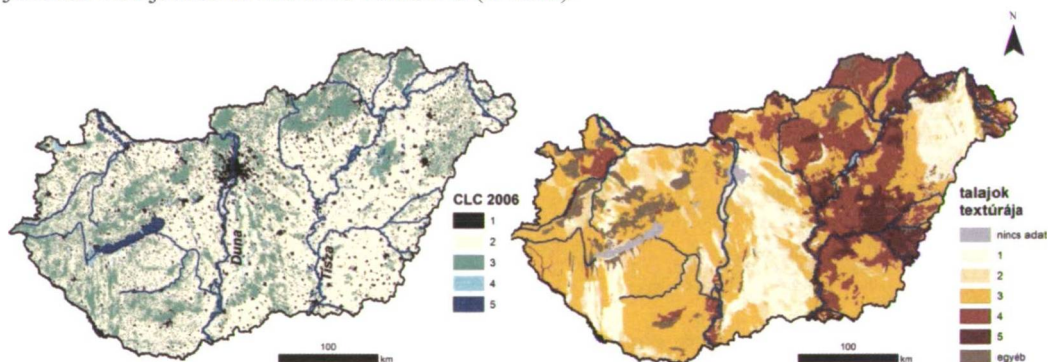
Mivel a szélerózió jelenleg is nagy területeken jelent problémát, és a klímaváltozásnak köszönhetően jelentősége a jövőben fokozódhat, fontos a szélerózió változásának vizsgálata a 21. században klímamodellek alapján, valamint, hogy hol várható hosszú távon a szélerózió veszély fokozódása (Jacob et al. 2013). A tervezés szempontjából fontos az érintett területek lehatárolása mellett a veszély kezelése is. Az aktív és passzív beavatkozások (pl. felszínborítás-változás, termelési szerkezet változás, mezővédő erdősávok, agrotechnikai változások) rövid és hosszú távon is eredményesek lehetnek (Pouliotte et al. 2009, Riksen – Graaff 2001), tehát nagyon fontos, hogy regionális léptékű vizsgálatokkal becsülni tudjuk a szélerózió veszélyeztetettség és érzékenységi mértékét.

A jelen tanulmányban a szélerózió érzékenységének változását vizsgáltuk a klímaváltozás következtében. A kutatás főbb kérdései: (1) hogyan változik a szélerózió érzékenysége és annak térbeli eloszlása a jövőben Magyarország mezőgazdasági

művelés alatt álló területein?; (2) hogyan változik az érintett területek kiterjedése két jövőbeli időszakban (2021-2050, 2071-2100) az 1961-1990-es referencia időszakhoz képest két regionális klímamodell (REMO, ALADIN) alapján? Ezek alapján, ha a szélerózió veszélyeztetettségének változása azonosítható a mezőgazdasági területeken, aktív és passzív agro-ökonómiai beavatkozások válhatnak szükségessé.

## 2. Mintaterület

A vizsgált terület Magyarország teljes területe, ahol az éves átlag szélsébség 2–4 m/s, valamint a havi átlag szélsébség tavasszal (március és április) a legnagyobb (Péczy 1998). Szintén áprilisban a legnagyobb azon napok száma, ahol a maximális szélsébség 10 m/s feletti. Az 5 m/s erősségű szelek (melyek a szélerózió kialakításában már szerepet játszanak) fő iránya észak-nyugati (Lyles – Krauss 1971). A vizsgált területek felszínét főleg folyóvízi, tavi illetve szél által szállított üledék alkotja, melyeknek köszönhetően változatos talajtakaró alakult ki. A terület jelentős részét vályogos és agyagos üledék fedi, viszont jelentős kiterjedésben található homok is (1. ábra).



1. ábra. A főbb felszínborítási típusok (CORINE 2006) valamint a talajok textúrája (AGRO 1991) a mintaterületen)

Jelmagyarázat: a) felszínborítás: 1: mesterséges felszín, 2: mezőgazdasági művelés alatt álló területek, 3: erdők és természet-közelű területek, 4: vizes élőhelyek, 5: víztestek; b) talaj textúra: 1: homok, 2: homokos vályog, 3: vályog, 4: agyagos vályog, 5: agyag

## 3. Adatok és módszerek

A szélerózióval szembeni érzékenység regionális léptékű elemzésénél a legfontosabb környezeti paraméterek a talajtulajdonságok, a vegetáció borítottság és a klíma paraméterek. A talaj és a vegetáció paraméterek számítása a Mezősi et al. (2013) által a regionális szélerózió érzékenység térkép készítésénél alkalmazott módszerek alapján történt. A Mezősi et al. (2013) alkalmazott módszer a talaj érzékenységét az Agrotopográfiai térkép fizikai talajféleség kategóriája alapján számított talaj erodálhatósági index (NAM 2002) alapján értékeli. A vegetációborítottság megállapítása NDVI értékek alapján történik (Huete et al. 2002) MODIS távérzékelési adatok alapján a legfontosabb tavaszi időszakra (március-április), hiszen ebben a periódusban a vegetációborításnak a talajok szélerózió elleni védelmében nagy szerepe van.



A referencia időszak (1961-1990) klímaparamétereinek kiszámításához a megfigyelt márciusi és áprilisi havi csapadékösszeg, havi átlag hőmérséklet és havi átlag szélesség adatokat használtuk fel (forrás: OMSZ). A klímaparaméterek várható jövőbeli változásainak értékeléséhez két regionális klímamodell (REMO és ALADIN) adatait alkalmaztuk, melyek térbeli felbontása 0,22° (kb. 25 km). Mindkét modellt az A1B éghajlati forgatókönyvet alkalmazza, mely átlagos üvegházgáz növekedéssel számol (Nakicenovic – Swart 2000). Az előrejelzett klíma adatokat az OMSZ Numerikus Modellező és Éghajlat-dinamikai Osztálya állította elő. Ezen modellt szimulációk napi hőmérséklet és csapadék, valamint havi szélesség változás adatokat állítanak elő két jövőbeli periódusra (2021-2050 és 2071-2100) a referenciaidőszakhoz képest (1961-1990). Ezekből az adatokból havi átlagokat számoltunk és a változásokat értékeltük.

### 2.1. A klíma-faktor számítása

A szélerózió veszély változásának becsléséhez a klíma paramétereket a WEQ (Wind Erosion Equation) modellben alkalmazott klíma faktor (C faktor) (Lyles 1983, Klik 2004) segítségével vizsgáltuk a szélerózió-veszély jövőbeli változását a leginkább szélerózió veszélyes tavaszi időszakban, márciusban és áprilisban. Ezekben a hónapokban még alacsony a növényborítottság és az átlagos havi szélesség ebben az időszakban a legnagyobb (MET 2012).

A klíma faktor (C faktor) számítása:

$$C = 386 \cdot u^3 / (PE)^2$$

ahol u: havi átlagos szélesség; PE: Thornthwaite csapadék hatékonyság index

$$PE = 3.16 \cdot P_i / (1.8 T_i + 22)^{10/9}$$

ahol  $P_i$ : havi csapadék (mm);  $T_i$ : havi átlaghőmérséklet

A vizsgált időszakokra (1961-1990, 2021-2050 és 2071-2100) a klíma faktort átlagos értékeit számítottuk ki. Az 1961-1990-es időszakra mért meteorológiai adatokat használtunk, míg a két jövőbeli időszakra a C faktor becslése a REMO és ALADIN regionális klímamodellek adatainak segítségével történt.

### 2.2. Az érzékenységi-térkép számítása

A szélerózió érzékenység számításához fontos meghatározni az alapvető kapcsolatot a szélerózió mértéke és a vonatkozó hatótényezők között (talaj fizikai félesége, vegetáció borítás és klíma faktor). Az érzékenységet minden hatótényezőre kiszámoltuk és egy összesített érzékenység-térképet állítottunk elő. A tényezők érzékenységét fuzzy elemzés segítségével számoltuk (Klir – Yuan 1995, Shi et al. 2010, Borelli et al. 2014). Az érzékenység kiszámításához IDRISI szoftvert használtuk, mely a tényezők közötti kapcsolatok fuzzy tagsági függvényekkel írja le. A fuzzy tagsági függvény lehet lineáris, exponenciális, logaritmikus vagy polinomiális (Eastman 2006).



A talajtulajdonságok esetében a talaj növekvő tapasztalati t/ha/év eróziós értéke azt jelenti, hogy az érzékenység is növekszik (Li et al. 2005, Skidmore 1988). Ezért az alkalmazott fuzzy tagsági függvény, mely a talaj fizikai félesége és a szélerózió mértéke közötti kapcsolatot írja le, exponenciális és monoton növekvő. A vegetáció esetében a növekvő vegetáció borítással csökken a szélerózió érzékenység. Az alkalmazott függvény exponenciális és monoton csökkenő volt a lineáris kapcsolat helyett (Armbrust – Bilbro 1997). A C faktor és a szélerózió mértékek közötti kapcsolat lineáris, tehát az alkalmazott fuzzy tagsági függvény is lineáris és monoton növekvő (Woodruff – Armbrust 1968, Skidmore 1986; Panebianco – Buschiazzo 2008). Ez azt jelenti, hogy a C faktor növekedése a szélerózió érzékenység növekedését eredményezi a területen.

Az összesített érzékenységet az egyes tényezők érzékenységi térképeinek átlagolásával számoltuk, elkerülve a súlyozásból adódó problémákat. Mezösi et al. (2013) módszerét használva, a szélerózió érzékenységet fuzzy analízissel számoltuk, ahol az értékek 0-1 tartományba esnek; 0 nem érzékeny, 1 pedig a maximális érzékenységet jelenti. Például 0,25 azt jelenti, hogy az érzékenység 25%-os, így a terület inkább nem érzékeny, mint érzékeny, elkerülve a skálázást vagy a kategorizálást.

A részletes összesített érzékenységi térképen az érzékenységet kategorizáltuk nagy, közepes és kis érzékenységre, hogy összehasonlíthatóvá tegyük a területi kitettséget. Mivel nincs jól definiált határérték a kategóriák között, nehéz meghatározni az egyes kategóriák tartományát. Jelen tanulmányban a következő szélerózió érzékenység határértékeket használtuk: nagy érzékenység 0,35 felett, közepes érzékenység 0,2 és 0,35 között, valamint kis érzékenység 0,2 alatt. Ezen határértékek megválasztása habár önkényes volt, azok a tapasztalt szélerózió értékekhez, a terpi mérési eredményekhez, továbbá a megfigyelt gazdasági károk értékeihez igazodnak (Mezösi et al. 2013).

Az időbeli elemzéshez elsőként a referencia időszak (1961-1990) érzékenységi térképét készítettük el, a megfigyelt meteorológiai adatok alapján. Ugyanezt a módszert használtuk a jövőbeli szélerózió érzékenység becsléséhez is, és a jövőbeli klíma faktor értékeket a regionális klíma modell adatok segítségével becsültük. A szélerózió jövőbeli változásának elemzése során a talaj és vegetációs tényezőt rögzítettük, mivel a talaj ilyen időtávlatban nem változik, és a vegetáció változásai előre nem jelezhetők. Így, a két jövőbeli periódus modellezése során a változások befolyásoló tényezője a klíma tényező. Hogy elemezzük a jövőbeli változásokat, a REMO és ALADIN klímamodellek szimulációjának eredményeit használtuk a klíma faktor értékeiként, míg a talaj és vegetációs tényezőket nem változtattuk.

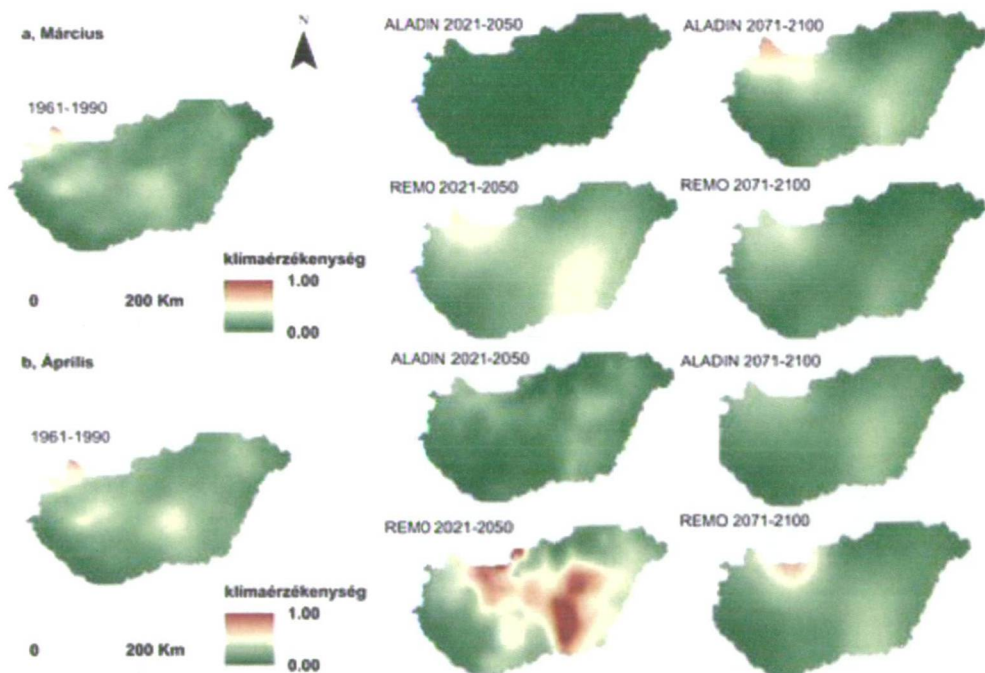
A fuzzy elemzés eredményei alapján lehatároltuk mindazon szélerózió érzékenység szempontjából kiemelt jelentőségű (hot spot) területeket március és április hónapokra is, ahol mind a talaj, vegetáció, jelen és jövőbeli klímaérzékenység is nagyobb, mint 0,35. Ezen eredményül kapott területek a legkitettebbek a vizsgált természeti veszélynek jelenleg és a jövőben is.



### 3. Eredmények

#### 3.1. Klíma érzékenység a regionális klímamodel szimulációk adatai alapján

Az 1961-1990-es évek adatai alapján a legjelentősebb klímaérzékenység az ország északnyugati és a középső részén tapasztalható márciusban (2. ábra). Áprilisban kissé magasabb értékek tapasztalhatóak az egész mintaterületen, mint márciusban. Az ALADIN model becslései alapján a 2021-2050-es periódusban a klíma faktor értéke csökken a terület legnagyobb részén mind márciusban és áprilisban is, mely a klímaérzékenység csökkenését is jelzi, valamint a csökkenés kisebb mértékű áprilisban. A REMO model ellentétes eredményeket mutat, mivel a mintaterület északnyugati és délkeleti részén növekedést jelez, valamint a növekedés áprilisban jelentősebb mértékű. Az eredményekben jelentkező jelentős különbséget többnyire a modellek különböző csapadék-előrejelzései okozzák márciusban és áprilisban is.



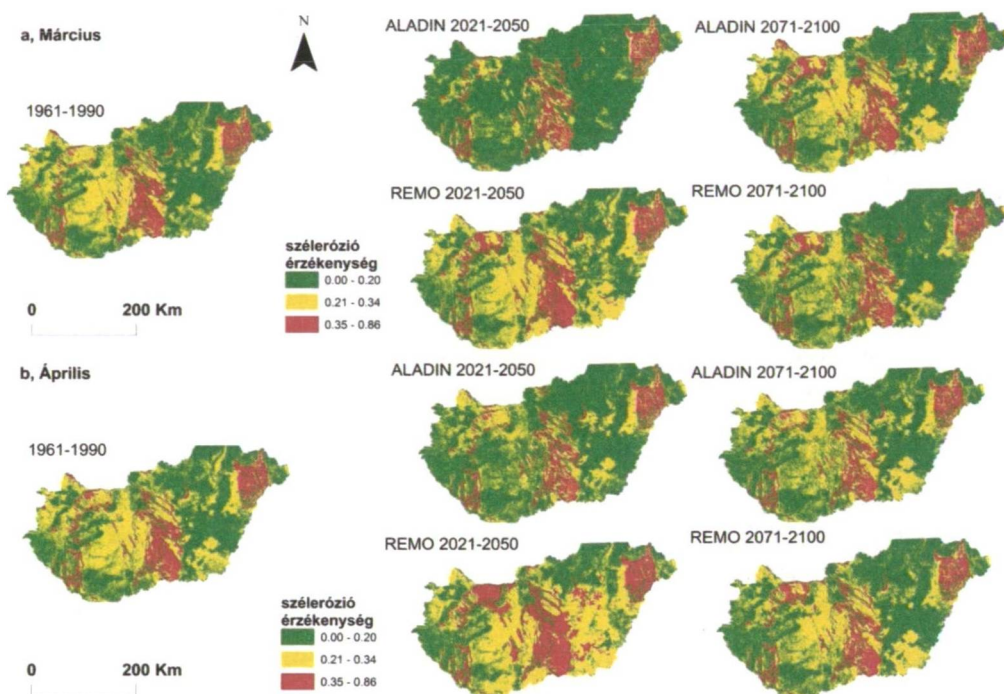
2. ábra. A klímaérzékenység (C-faktor) értékei márciusban és áprilisban 1961-1990, 2021-2050 és 2071-2100 közötti időszakban, az ALADIN és a REMO regionális klíma modell szimulációk adatai alapján

2071-2100-as időszakban a klíma faktor értékének növekedése várható a referencia időszakhoz (1961-1990) képest a terület legnagyobb részén. Jelentősebb növekedést jeleznek a terület északnyugati és délkeleti részére mind márciusban és áprilisban is. Ha összehasonlítjuk ezen időszak eredményeit a megelőző 2021-2050 közötti előrejelzésekkel,

a klíma faktor értékei a REMO model alapján csökkenni fognak márciusban és áprilisban is, míg az ALADIN a klíma faktor növekedését jelzi mindkét hónapban. A klíma-érzékenység térbeli mintázata nem mutat változásokat sem rövidebb, sem hosszabb időtávlatban.

### 3.2. Szélerózió-érzékenység elemzések

A mezőgazdasági területek szélerózió érzékenységét három időkeresztmetszetben mutatjuk be (3. ábra). Az 1961-1990-es periódusban márciusban és áprilisban a nagy érzékenységet mutató területek térbeli mintázatában jól felismerhető a talaj fizikai féleség osztályok mintázata (lásd 1. ábra), mivel ennek a tényezőnek van a legnagyobb érzékenység-diverzitása a területen. A legnagyobb érzékenységet mutató területek döntően homok borította területek. A márciusi és áprilisi értékek között csak nagyon kis különbség azonosítható, főként a közepes érzékenységű területek kiterjedésében.



3. ábra. Mezőgazdasági művelés alatt álló területek szélerózió érzékenysége márciusban és áprilisban 1961-1990, 2021-2050 és 2071-2100 közötti időszakban, az ALADIN és a REMO regionális klíma modell szimulációk adatai alapján

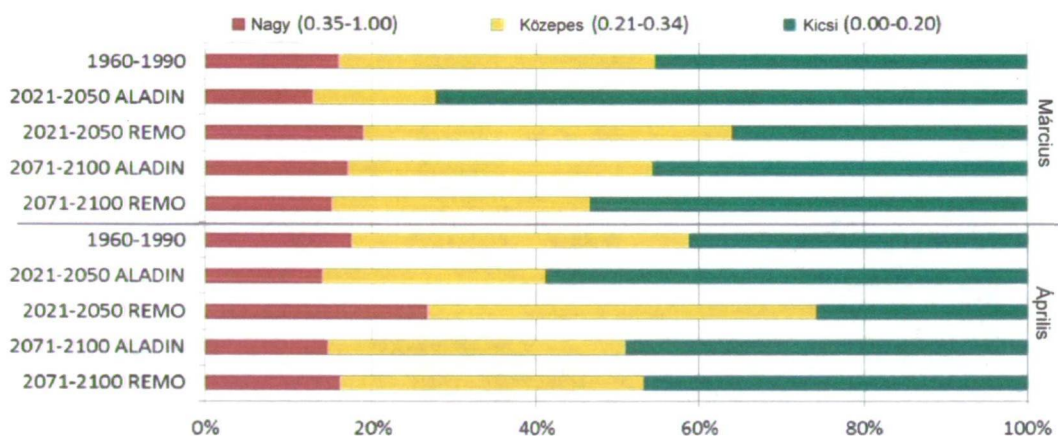
2021-2050 között a REMO és ALADIN különböző tendenciákat mutat. Az ALADIN szerint a nagy közepes érzékenységű területek kiterjedésében csökkenő tendencia várható márciusban, különösen a mintaterület nyugati részén. Hasonló tendenciák várhatóak áprilisban is, de a változás mértéke kisebb. A REMO nem jelez jelentős változásokat a terület nyugati részén, viszont a dél-keleti területeken inkább növekvő tendenciát mutat. A REMO a szélerózió érzékenység erős növekedését jelzi előre



mindkét hónapban és az érintett területek térbeli kiterjedése is nő. Áprilisban az északi területek kivételével az egész országban közepes és nagy szélerózió-érzékenység várható 2021-2050 között a REMO adatai alapján.

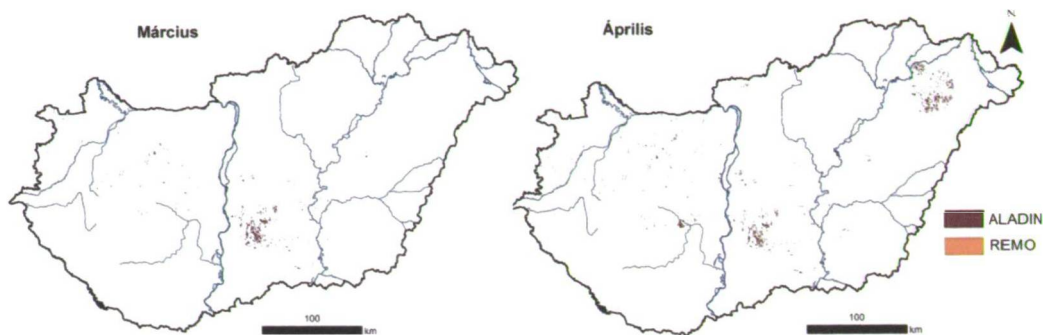
2071-2100 között az ALADIN a mintaterület délkeleti részére vetít elő növekvő szélerózió érzékenységet a megelőző vizsgált periódushoz képest márciusban. A REMO a közepes szélerózió-érzékenységű területek csökkenő kiterjedését prognosztizálja mind a két hónapra, főként a mintaterület nyugati részén, melynek mértéke nem jelentős és sokkal inkább fragmentált mintázatot mutat a megelőző periódushoz képest. A két jövőbeli időszak között kimutatott csökkenő tendencia ellenére a nagy és közepes érzékenységű területek aránya nagyobb, mint a referencia periódusban az ország középső részén.

A mezőgazdasági művelés alatt álló területek kiterjedésének érzékenységi kategóriáinként való összegzésével látható, hogy 2021-2050-re a REMO és az ALADIN model különböző tendenciákat vetít előre a nagy és közepesen érzékeny területek változásában. A REMO növekedést, míg az ALADIN inkább csökkenést jelez előre mindkét kategóriában (4. ábra). 2071-2100-ra mindkét model kis mértékű változást mutat a referenciaidőszakhoz képest márciusra és áprilisra is, habár a növekedés mértéke a két hónapban és a két model szerint különbözik.



4. ábra. A szélerózió érzékenységi kategóriák kiterjedése (% a mezőgazdasági területek kiterjedéséhez viszonyítva) 1961-1990, 2021-2050 és 2071-2100 közötti időszakban, az ALADIN és a REMO regionális klíma modell szimulációk adatai alapján

A szélerózió érzékenység szempontjából kiemelt jelentőségű (hot spot) területeket szemlélteti az 5. ábra, mely területek a leginkább kitettek a vizsgált természeti veszélynek jelenleg és a jövőben is. Márciusban 445 km<sup>2</sup> terület a Duna-Tisza köze központi részén, míg áprilisban az előzők mellett még a Nyírség, összesen 975 km<sup>2</sup> terület mutat nagy érzékenységet. A hot-spot területek mintázata és kiterjedése a két klímamodell eredményei alapján nagyon hasonló.



5. ábra. A szélrózsió érzékenység szempontjából kiemelt jelentőségű (hot spot) területek márciusban és áprilisban az ALADIN és a REMO regionális klíma modell szimulációk adatai alapján

#### 4. Összegzés

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a 21. század során a klímaváltozás következtében a területek szélrózsió érzékenysége csak kis mértékben változik, és az alkalmazott modellek (ALADIN és REMO) eredményei eltérő képet mutatnak a két vizsgált időszakra (2021-2050 és 2071-2100). Különösen az első időszakra, amikor nem csupán a változások mértékében, hanem annak irányában is eltérő előrejelzést ad a két modell. Az eltérések ellenére azonban azonosítható a változások néhány általános jellemzője, melyeket az alkalmazott modellek hasonlóan jeleznek, s amelyek a regionális területi tervezéshez szolgáltatathatnak értékes információkat.

A legszembevetőbb megállapítás, hogy a vizsgált időszakokban regionális léptékben a szélrózsió érzékenység térbeli mintázata nem módosul jelentősen. A térbeli elemzés alapján az ország nyugati részén nagyobb a változékonyság és a tendenciák is bizonytalanabbak, mint a keleti országrészben. A közepes és nagy érzékenységű területek kiterjedése a referencia időszakhoz viszonyítva csupán kis mértékben változik a 2071-2100 időszakra.

Az eredmények alapján csupán kismértékű változások várhatóak, azonban szélrózsió veszélyeztetettség akár jelentősebbé is válhat a becslőnél a környezeti tényezők egymásra hatása miatt. Ugyanis egy aszályos időszakban, a nyári periódusban a vízhiány miatt a növényzet megritkul így megnő a csupasz felszínek aránya lehetővé téve a defláció felerősödését. A talajvízszint süllyedése is tovább súlyosbíthatja a szélrózsió veszélyeztetettséget.

A szélrózsió veszélyeztetettség értékelését regionális léptékben a számítási módszerek hiánya nehezíti (Jaedicke et al. 2008), amit a vizsgált területen az egyes tényezők elemzéséhez szükséges térképek hiánya is nehezít. A jövőbeli becslések eredményeinek bizonytalanságát az előző problémák mellett további tényezők növelik. Egyrészt a regionális klíma modellek előrejelzésének bizonytalansága (IPCC 2007, Bartholy et al. 2008) másrészt a környezeti paraméterek (pl. felszínborítás, növényzet, talajvízszint) jövőbeli változásainak előrejelzése is problémás. A vázolt bizonytalanságokat is figyelembe véve egyértelmű tendenciák nem rajzolhatók ki.



A bemutatott bizonytalanságok ellenére az alkalmazott módszerek alkalmasak a szélrózsió érzékenység regionális léptékű elemzésére és a kiemelten érzékeny területek azonosítására. Fontos feladat a szélrózsió érzékenység változási tendenciának helyi és időbeli pontosítása, amely lehetővé teszi az aktív és passzív védekezés alkalmazását (azaz hol, mikor és mit célszerű használni) (Blaskó et al. 1995, Lyon – Smith 2010).

## Irodalom

- AGRO (1991): Agrotopographical Database. <http://maps.rissac.hu/agrotopo>
- Armbrust D V, Bilbro J D (1997): Relating Plant Canopy Characteristics to Soil Transport Capacity by Wind. *Agronomy Journal* 89(2), 157-162.
- Bartholy J., Pongrácz R., Gelybó G., Szabó P. (2008): Analysis of expected climate change in the Carpathian Basin using the PRUDENCE results. - *Időjárás Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service* 112: 249-264
- Bärring L., Jönsson P., Mattsson J.O., Åhman R. (2003): Wind erosion on arable land in Scania, Sweden and the relation to the wind climate: a review. *Catena* 52, 173-190.
- Blaskó L., Karuczka A. Nyiri L., Zsembeli J.(1995): Kötött talajok szélrózsiós érzékenységének vizsgálata. - *Agrokémia és Talajtan.* 44. 497-503
- Borrelli P., Panagos P., Ballabio C., Lugato E., Weynants M., Montanarella, L. (2014): Towards a pan-European assessment of land susceptibility to wind erosion, *Land Degradation & Development* DOI: 10.1002/ldr.2318
- CORINE (2006): CORINE land cover <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-part2>
- Eastman J.R. (2006): IDRISI Andes tutorial. Worcester, MA, Clark University.
- Eppink L.A.A.J., Spaan W.P. (1989): Agricultural wind erosion control measures in the Netherlands. *Soil Technol. Ser. 1*, 1-13.
- European Environment Agency (1998): *Europe's Environment: the Second Assessment*. Elsevier, United Kingdom, (293 pp.).
- Gaál M., Quiroga S, Fernandez-Haddad Z (2014): Potential impacts of climate change on agricultural landuse suitability of the Hungarian counties. *Regional Environmental Change* 14:597-610.
- Gomes L., Arrue J. L., Lopez M. V., Sterk G., Richard D., Gracia R., Sabre M., Gaudichet A., Frangi J. P. (2003): Wind erosion in a semiarid agricultural area of Spain: the WEL- SONS project, *Catena*, 52, 235-256.
- Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez E.P., Gao X., Ferreira L.G. (2002): Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment.* 83: 195-213.
- IPCC (2007): *Climate Change. The Physical Science Basis. Working Group I. Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Ed. by S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller. Cambridge University Press, New York, NY. 996p.
- Jacob D, Petersen J, Eggert B, Alias A, Christensen OB et al. (2013): EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change* 14:563-578.
- Jaedicke C., Solheim A., Blikra L. H., Stalsberg K., Sorteberg A., Aaheim A., Kronholm K., Vikhamar-Schuler D., Isaksen K., Sletten K., Kristensen K., Barstad I., Melchiorre C., Høydal Ø. A., Mestl H. (2008): Spatial and temporal variations of Norwegian geohazards in a changing climate, the GeoExtreme Project, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 8, 893-904.
- Kemény G., Varga T., Fogarasi J., Nemes A. (2013): The effects of weather risks on micro-regional agricultural insurance premiums in Hungary. *Studies in Agricultural Economics* 115 8-15.

- Klik A. (2004): Wind Erosion Assessment in Austria using Wind Erosion Equation and GIS. In: Francaviglia, R. (ed.) *Agricultural Impacts on Soil Erosion and Soil Biodiversity: Developing Indicators for Policy Analysis*, Proceedings from an OECD Expert Meeting, Rome, 145–154.
- Klir GJ, Yuan B. (1995): *Fuzzy sets and fuzzy logic*. Prentice Hall: New Jersey.
- Li F. R., Kang L. F., Zhang H., Zhao L.-Y., Shirato Y., Taniyama I. (2005): Changes in intensity of wind erosion at different stages of degradation development in grasslands of Inner Mongolia, China. - *J. Arid Environ.* 62: 567–585.
- Lyles L. (1983): Erosive wind energy distributions and climatic factors for the West. - *J. Soil Water Conserv.* 38 (2): 106–109.
- Lyles L., Krauss R. K. (1971): Threshold velocities and initial particle motion as influenced by air turbulence. Paper No. 70-740, presented at winter meeting ASAE, December 8-11, 1970.
- Lyon D.J., Smith J.A. (2010): *Wind Erosion and Its Control*. <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g1537/build/#target>
- Lóczy D., Kertész Á., Lóki J., Kiss T., Rózsa P., Sipos G., Sütő L., Szabó J., Veress M. (2012): Recent landform evolution in Hungary. In: Lóczy, D., Stankoviansky M., Kotarba A. (ed.) *Recent Landform Evolution*. Springer, New York
- Lóki J. (2011): Research of the land forming activity of wind and protection against wind erosion in Hungary. *Riscuri Si Catastrofe* 10:1–13.
- Lopez M.V., Sabre M., Gracia R., Arrue J.L., Gomes L. (1998): Tillage effects on soil surface conditions and dust emission by wind erosion in semiarid Aragon (NE Spain). *Soil Tillage Res.* 45, 91–105.
- MET (2012): [http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/altalanos\\_eghajlati\\_jellemzes/szel/](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/szel/)
- Mezősi G., Blanka V., Bata T., Kovács F., Meyer B. (2013): Estimation of regional differences in wind erosion sensitivity in Hungary. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.*, 1, 4713–4750.
- Moreno Brotons, J., Romero Díaz, A., Alonso Sarria, F., Belmonte Serrato F. (2009): Wind erosion on mining waste in southeast Spain. *Land Degrad. Dev.* 21, 196–209.
- Mucsi L., Szatmári J. (1998): Landscape changes of a blown sand surface on the Great-Hungarian Plain in: A. Richling; J. Lechnio; E. Malinowska-Milos (szerk.) *IALE Conference on Landscape Transformation in Europe: practical and theoretical aspects*. Warsaw, pp. 215–222.
- NAM (2002): *USDA National Agronomy Manual*. <http://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=17894.wba> (last access: 28. July 2014).
- Nakicenovic N., Swart, R., (ed.) (2000): *Emissions Scenarios. A Special Report of IPCC Working Group III*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Panebianco J.E., Buschiazzi D.E. (2008): Erosion predictions with the Wind Erosion Equation (WEQ) using different climatic factors. - *Land degradation and development* 19 (1): 36–44.
- Péczely Gy. (1998): *Climatology*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Pouliotte J, Smit B, Westerhoff (2009): Adaptation and development: livelihoods and climate change in Subarnabad Bangladesh. *Clim Chang Dev* 1:31–46
- Riksen M., Brouwer F., de Graaff J. (2003): Soil conservation policy measures to control wind erosion in northwestern Europe. *Catena* 52, 309–326
- Riksen MJPM, De Graaff J. (2001): On-site and off-site effects of wind erosion on European light soils. *Land Degradation & Development* 12: 1–11. DOI:10.1002/ldr.423.
- Skidmore E.L. (1986): Wind Erosion Climatic Erosivity. *Climate Change* 9: 195–208.
- Shi H., Gao Q, Qi Y, Liu J., Hu Y. (2010): Wind erosion hazard assessment of the Mongolian Plateau using FCM and GIS techniques. *Environ Earth Sci* (2010) 61:689–697.
- Woodruff N.P., Armbrust D.V. (1968): A monthly climatic factor for the wind erosion equation. *Journal of Soil and Water Conservation* 23. 3 May-June, 1968, Reprinted from the *Journal of Soil and Water Conservation* March-April 1983. Volume 38. Number 2.



## MEZŐGAZDASÁGI TERÜLETEK FELPORZÁS OKOZTA POTENCIÁLIS KÖRNYEZET-EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAI

*Farsang Andrea – Szatmári József – Barta Károly – Bartus Máté – Nádas János*

### 1. Bevezetés

Az intenzív talajművelésnek, a klímaváltozás eredményezte szárazodási folyamatoknak, valamint az ehhez nem minden esetben alkalmazkodó agrotechnikának köszönhetően fokozódik talajaink defláció érzékenysége. Mára már egyértelművé vált, hogy a szélerózió nem csupán a homokterületeinken okoz talajdegradációt, hanem a többi fizikai féleségű talajfelszín is érintett lehet, többek között pl. a leromlott szerkezetű csernozjom talajaink is (Bodolayné, 1965; Farsang et al. 2011; 2013).

Magyarország mezőgazdaságilag művelt területének (6,15 millió hektár) közel negyede, 1,45 millió hektár szélerózióval veszélyeztetett. Ennek ellenére a szélerózió és hatásai, legyenek azok mezőgazdasági, közegészségügyi vagy bármilyen más következményei, nem tartoznak a legmegrázóbb, a híradásokban mindennapos hírként tárgyalt globális környezeti problémák közé (Szatmári, 2006). Talajaink széleróziós veszélyeztetettsége ettől függetlenül nem csupán talajvédelmi probléma, hanem gazdasági (tápanyagvesztés), környezetvédelmi, és a mezőgazdasági területek kiporzása kapcsán bizonyos településeken humán-egészségügyi kérdés is.

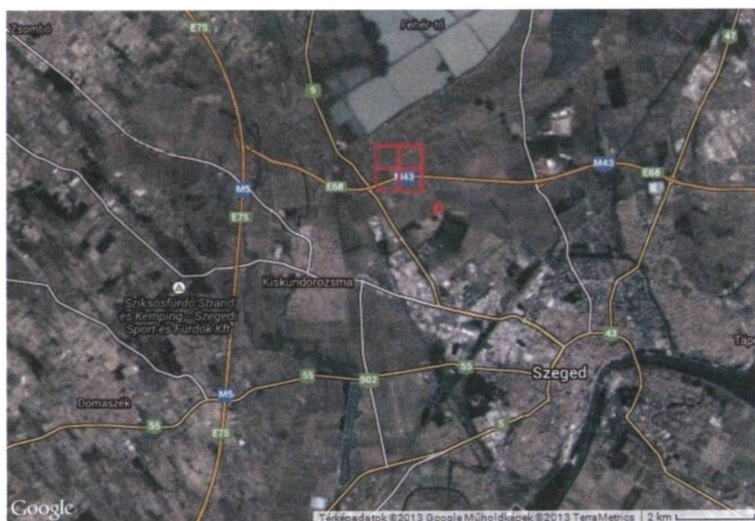
Az 1970-es évekig a széleróziós kutatások elsősorban az „on-site” folyamatokra irányultak, míg az 1980-as évek elejétől az „off-site” hatások vizsgálata kerül egyre inkább előtérbe. Mivel pl. a szélerózió „off-site” hatásai sokkal inkább a finomabb részecskék (pl. por) dinamikájával vannak kapcsolatban (humán egészségügyi kockázat, légzőszervi megbetegedések), így e terület kutatása is nagyobb fontosságra tett szert az utolsó 10-15 évben. Szatmári (2006) megállapította, hogy az általa vizsgált Duna-Tisza közti homokhátsági területről a magasabb légrétegekbe távozott, becsült poremisszió értékek és az 1995-2001 közötti porimmissziós mérések havi adatsorai alapján kapcsolat állítható fel a dél-alföldi települések porterhelése és a széleróziós események között.

A széleróziós események talajdegradáló, valamint humánegészségügyi (porterhelés) hatásairól legpontosabb eredményeket terepi vizsgálatokkal szerezhetünk. Az általunk kidolgozott eljárás segítségével az eddig laboratóriumban zajló szélcsatorna méréseket *Magyarországon eddig egyedülálló módon, in situ terepi szélcsatorna mérésekkel* egészíthettük ki. Az egyik legnagyobb probléma a kísérletek során az elszállítódó talajanyag csapdázása, és így a különböző szélebségekhez kötődő on- és off-site hatások minél pontosabb becslése volt. A kidolgozott *eljárás legfontosabb eredménye*, hogy olyan terepi mérési technológia és eszköz kombinációt állítottunk össze, mely alkalmazásával a különböző talajtípusok esetében, a különböző szélesemények hatására elmozduló talajanyag mennyisége az eddigieknél pontosabban közelíthető. Jelen kutatás központjába Magyarország nagy mezőgazdasági potenciállal rendelkező dél-alföldi területein található talajváltozatok vizsgálatát helyeztük abból a

szempontból, hogy terepi szélcsatornával végzett mérésekkel számszerűsítsük a különböző szélesemények által okozott talajvesztesség mértékét, eredeti helyzetben levő, bolygatatlan talajfelszínen végzett mérésekkel szerezzünk információt a különböző fizikai féleségű és humusztartalmú talajok kritikus szélesség értékeiről. A terepi méréseink és modell eredményeink alapján becslést adtunk a Dél-Alföld mezőgazdasági területeinek talajtípusaira jellemző poremisszió mértékéről, számszerűsítve a mezőgazdasági területek szomszédságában elhelyezkedő településeken őket érő porterhelés minőségét.

## 2. Anyag és módszer

A vizsgált mintaterület csernozjom talajtípuson, Szegedtől ÉNy-ra helyezkedett el az 1. ábrán megjelölt térrészen. A terepi szélcsatorna vizsgálatokra 2013 júliusában került sor.



1. ábra. A vizsgált mintaterület Szegedtől ÉNy-ra

A deflációkutatásban használt szélcsatorna egy olyan eszköz, amely segítségével in situ szimulálható a szél mozgása és erőzójának jelenségei (Farsang et al, 2011, 2013). Ezáltal mérhetővé válik a szél hatására mozgásba kerülő talajszemcsék mennyisége és a szélérózió jellegzetességei. A kísérletsorozatokhoz egy 12 m hosszú, 0,8 m széles és 0,75 m magas szélcsatornát használtunk. A szélcsatorna több részből áll, az első egy nagy teljesítményű ventilátor, amely a légáramlatot biztosítja. A ventilátort villanymotor hajtja meg. A szükséges nagyfeszültségű áramot aggregátor szolgáltatja. A ventilátort egy rugalmas cső követi, amely egy ún. laminátor résszel csatlakozik. Ez az elem mérsékli a ventilátorból származó turbulens áramlásokat. Ezt egy szűkítő elem követi, amely immár turbulencia-mentes légáramlatot vezet egy héttagú, alul nyitott szélcsatornába. A szélcsatorna által kísérletbe bevonható talajfelszín összesen 3,36 m<sup>2</sup> nagyságú. Az elemek után egy tálcarész található, amely a görgetve szállítódó



részecskéket képes begyűjteni. A szuszpendálva és szaltáltatva szállított talajszemcsék mintázásához a szélcsatorna kimeneti nyílásához MWAC és WAST csapdázókat helyeztünk el. A 2. ábrán a terepi mintavétel során használt szélcsatorna látható.



2. ábra. Szélcsatorna (részei: 1. turbina, 2. laminátor, 3. szélcsatorna elemek, 4. szediment tálca, 5. szélcsatorna kimeneti nyílása, csapdázók területe)

A WAST, mely egy horizontális aktív csapda, különböző magasságokban mintáz, izokinetikus, nedves csapdázó. A csapdák bemeneti nyílásai különböző magasságban vannak, a három csapdázó 5-10, 20-25, 50-55 cm magasságokban képes mintázásra. Az MWAC csapdában a palackok egyfajta ülepítő kamraként szolgálnak, ahol a beérkező üledék lerakódik a hirtelen nyomásesés miatt. Ezt a bemeneti és kimeneti csövek, illetve a palack átmérőjének különbsége okozza (Goossens et al. 2000). A 3. ábrán látható a már összeállított csapdasorozat, mellettük a 3 db WAST csapda található.



3. ábra. Bal oldalt az MWAC csapdák, jobb oldalt a WAST csapdák láthatók fűjtás előtt

A terepi szélcsatornás kísérlet alatt a különböző szélesemények hatására elszállítódott talajmenyiség pontos meghatározása is sor került. Ez egy BWS-60 típusú elektronikus platform mérleg segítségével valósult meg. A szélesemény előtt és után

mért tömegek különbségéből következtetni lehet a szélesemény során elszállított talaj mennyiségére. A kiválasztott térrészen 10 db egyenként 10 percig tartó fújatási kísérlet történt (A1-A10).

A szélesebbeséget minden fúvatás során horizontális és vertikális profilokban is Lambrecht Jürgens 642 típusú anemométer segítségével mértük. A szélecsatorna kísérletben a tömegmérések mellett talajminták is begyűjtésre kerültek a későbbi laborvizsgálatokhoz. Minden kísérlet előtt és után mintáztuk a talajfelszínt (0–5 cm) a ventillátortól távolodva három ponton (E1, E2, E3, U1, U2, U3). A mintákat 25 °C-on légszárazra szárítottuk, majd táramérlegen megmértük. A szemcseösszetétel méréseket Particle sizer Analysette 22 MicroTec plus típusú, Fritsch gyártmányú lézer diffrakciós műszerrel végeztük. Az előkészítésként az egyes szemcséket összetapasztó szerves- vagy szervesetlen anyagok eltávolítását szükséges elvégezni. A szerves anyag roncsolásához 10%-os hidrogén-peroxidot ( $H_2O_2$ ) használtunk, a karbonát ( $CaCO_3$ ) roncsolásához 10%-os sósavat (HCl).

### 3. Eredmények

A légárammal elszállított összes talaj mennyiségét a platform talajmérleg segítségével határoztuk meg, ahol az elszállított talajmennyiség a szélesemény előtt mért talajtömeg és a szélesemény után mért talajtömeg különbsége volt. A szélerózióval elszállított talaj mennyiségét az egyes fújatási kísérletek alkalmával az 1. táblázatba foglaltuk össze. A csernozjom talaj felszínén egy-egy 10 perces fújatás alkalmával átlagosan  $775 \text{ g/m}^2$  talaj mozdul meg.

*1. táblázat. Az egyes szélesemények által elszállított talajmennyiség becslése (a talajmérleg alapján)*

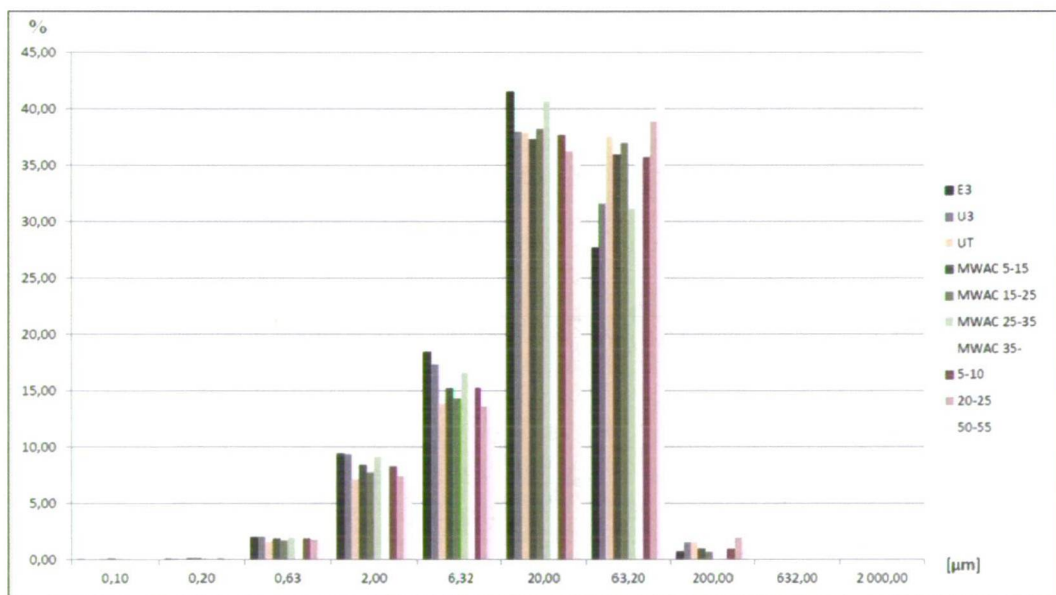
| Sorozat | Szélesebbesség<br>(m/s) | Elszállított<br>talaj (g) | Elszállított talaj<br>( $\text{g/m}^2$ ) |
|---------|-------------------------|---------------------------|--|
| A1      | 15,0                    | 590                       | 1638                                     |
| A2      | 13,0                    | 50                        | 139                                      |
| A3      | 16,0                    | 310                       | 861                                      |
| A4      | 17,0                    | 160                       | 444                                      |
| A5      | 15,0                    | 75                        | 208                                      |
| A6      | 14,0                    | 20                        | 55,6                                     |
| A7      | 17,0                    | 180                       | 500                                      |
| A8      | 15,5                    | 1055                      | 2930                                     |
| A9      | 16,5                    | 100                       | 278                                      |
| A10     | 14,0                    | 250                       | 694                                      |
| Átlag   | -                       | 279                       | 775                                      |

Az eredeti és a fújatás utáni talajfelszín, valamint a csapdák anyagának fizikai féleségének megismeréséhez szemcseösszetétel vizsgálatokat végeztünk (4. ábra). A vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy a minták nagyrészt homokfrakció dominánsak



(>50%), a talajok szerkezeti félesége homokos vályog. A 0,006 mm-nél kisebb szemcsék a kiindulási talajanyaghoz képest kisebb mennyiségben vannak jelen a csapdázott talajanyagban. Ennek oka, hogy az agyagrészecskék aggregátumokká, morzsákká állnak össze a csernozjom talajban, így ez a frakció kevésbé erodálható, mint a por vagy az iszap frakció. Ezen frakció arányának ismerete azért jelentős, mert a legmesszebb juthat a levegőben egy szélesemény alkalmával. Egyes szennyezőanyagok, pl. nehézfémek megkötődésének szempontjából is ezen frakciónak van a legnagyobb jelentősége.

A fűtás előtti és utáni talajfelszín anyagát (E3, U3) összehasonlítva megállapítható, hogy a szemcseösszetételben leginkább a 0,02 mm-es frakcióban mutatkozik csökkenés (mintegy 4-5%), míg a 0,063 és 0,2 mm-es frakció aránya jelentősen (4-5%) növekedett. A csapdák anyagának szemcseméret hisztogram értékeiből kitűnik, hogy az elmozduló talajanyagban a 0,063 és 0,2 mm-es frakció dúsul az eredeti talaj szemcseösszetételéhez képest.

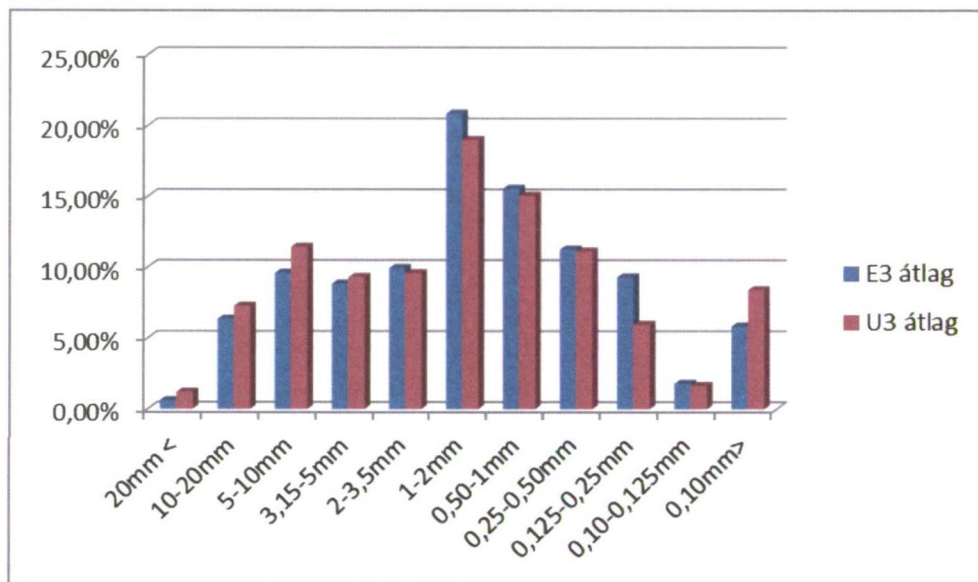


4. ábra A talajfelszín és a csapdák anyagának szemcseösszetétele  
(10 fűtési kísérlet átlaga)

A 0,2 mm-es szemcseméret osztály jellemzően 5 % alatti gyakoriságot mutat mind a talajban, mind pedig a csapdák anyagában. Eloszlására jellemző, hogy a fűtési utáni, illetve a tálcás mintákban is kétszer akkora relatív százalékban van jelen, mint a kiindulási mintákban. Az előzetes tesztek alapján a WAST csapda nagyobb hatásokkal gyűjtötte be a mintákat, nagyobb tömegeket mintázott, mint az MWAC csapdázók.

A talajfelszín és a csapdák anyagának nemcsak szemcseösszetételét, hanem szárítást követően roncsolás nélkül, száraz szitálással a szerkezeti elem összetételét is vizsgáltuk. Bodolayné et al. (1967), valamint Bodolayné (1965) hasonló vizsgálatokat

végzett dél-alföldi csernozjomokon. Megállapították, hogy a 0,1 mm átmérő körüli morzsák, ill. szerkezeti elemek kezdik meg az elmozdulást egy-egy szélesesemény alkalmával, ezen egységek a legerodálhatóbbak, míg az 1,5-1,7 mm átmérőjű (1 mm equivalens átmérőjű) szerkezeti elemek már ellenállóak a szélerózióknak. A 0,1 mm equivalens átmérőjű részecskék elmozdulásához kb. 15 m/s küszöbsebesség kell. Kísérleteink alapján megállapítottuk, hogy a csernozjom talajokon végzett 10 fútatási kísérlet átlaga (5. ábra) alapján az eredeti talajfelszín szerkezeti elemösszetételében a legnagyobb csökkenés a 0,125-0,25 mm átmérőjű szerkezeti elemekben jelentkezett, mintegy 3-4 %-os csökkenést regisztráltunk az eredeti talajfelszínben mért értékhez képest. Tehát ezen átmérőjű szerkezeti elemek mozdultak el, ill. távoztak a területről legnagyobb arányban. Megállapítható továbbá, hogy a fútatási kísérletek (10 párhuzamos kísérlet) következtében a széleseseményeket követően megnőtt a talajfelszínen az 5-20 mm átmérőjű szerkezeti elemek aránya.



5. ábra. A fútatás előtti és utáni felszín talajanyagának szerkezeti összetételének változásai (10 fútatási kísérlet átlaga)

#### 4. Összegzés

Az intenzív talajművelésnek, a klímaváltozás eredményezte szárazodási folyamatoknak, valamint az ehhez nem minden esetben alkalmazkodó agrotechnikának köszönhetően fokozódik talajaink defláció érzékenysége. A fokozódó porterhelés miatt, ezen jelenség a nagy mezőgazdasági területekkel körbevett települések esetében jelentős humán egészségügyi kockázatot is hordoz (légúti, asztmatikus megbetegedések). Ezen hatások leghatékonyabban in situ szélcsatorna kísérletekkel vizsgálhatók.



## Irodalom

- Bodolay I-né (1965): A talajok széleróziójának folyamata és dinamikája. *Agrokémia és Talajtan*, 14/3-4., 311–320.
- Bodolay I.-né, Máté F., Szűcs L. (1976): A szélerózió hatása a Bácskai-lőszháton. *Agrokémia és Talajtan*, 25/1-2., 96–103.
- Farsang A., Szatmári J., Négyesi G., Bartus M., Barta K.. (2011): Csernozjom talajok szélerózió okozta tápanyag-áthalmozódásának becslése szélcsatorna-kísérletekkel. *Agrokémia és Talajtan*, 60/1, 87–102.
- Farsang A., Bartus M. Barta K., Szatmári J. (2013): Csernozjom talajok in situ széleróziós vizsgálata terepi szélcsatornával. *Talajvédelem különszám, Talajtan a mezőgazdaság, a vidékfejlesztés és a környezetgazdálkodás szolgálatában*, 157–169.
- Goossens D., Offer Z., London G. (2000): Wind tunnel and field calibration of five aeolian sand traps, *Geomorphology* 35, 233–252
- Szatmári J. (2006): Geoinformatikai módszerek és folyamatmodellek alkalmazása a széleróziós vizsgálatokban, Doktori (PhD) értekezés, Szegedi Tudományegyetem.

# LUMINESZCENS KORMEGHATÁROZÁST SEGÍTŐ ADATBÁZIS KIALAKÍTÁSA ÉS FEJLESZTÉSE

*Sipos György – Tóth Orsolya – Földvári-Nagy Dóra – Páll Dávid Gergely – Filyó Dávid*

## 1. Bevezetés

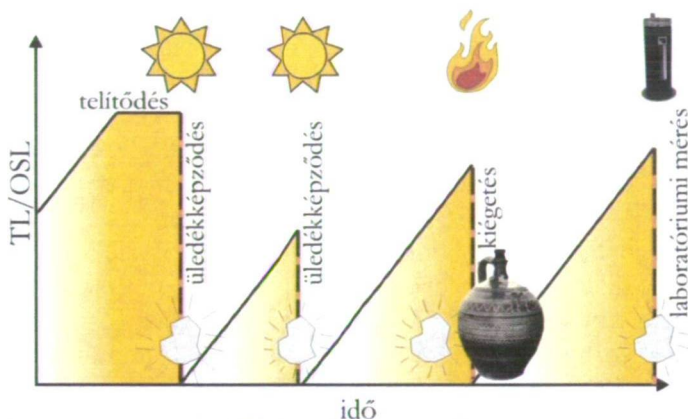
Az elmúlt néhány évtizedben a lumineszcens kormeghatározás (TL: termolumineszcencia; OSL: optikailag stimulált lumineszcencia) az egyik legfontosabb kronometriai módszerre nőtt ki magát a negyedidőszak kutatásban és a régészetben egyaránt. A Szegedi Tudományegyetemen 2005 óta működik TL/OSL laboratórium, mely akkor tájt még elsősorban futóhomok üledékek kormeghatározására specializálódott (pl.: Kiss – Sipos 2008, Sipos et al 2009, Kiss et al. 2013). A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően később már nem csak a homok, de a finomabb lösz, illetve iszap frakció kormeghatározása is lehetővé vált (pl.: Dezső et al. 2009, Sümeghy et al. 2013), valamint előtérbe kerültek a folyóvízi eredetű üledékek. Emellett 2008-tól már kerámiák és téglák kormeghatározásával is foglalkozik a laboratórium (Sipos – Papp 2009, Sipos et al. 2010), s ebben a tekintetben egyedülálló Magyarországon. Az elmúlt 10 év során mintegy 800 mintán hozzávetőleg 1400 mérést hajtottunk végre. Természetes volt tehát az igény, hogy a minták, illetve mérések adatait adatbázisba rendezzük, s erre kiváló alkalmat nyújtott a TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0012 projekt. A jelen tanulmányban a lumineszcens mérések alapjait, valamint a létrehozott adatbázis felépítését kívánjuk bemutatni.

## 2. Fizikai alapok

A félvezető kristályráccsal rendelkező kvarcban és földpátokban a környezet radioaktív sugárzásának hatására a vegyérték pályákon elhelyezkedő elektronok gerjesztődnek, majd ezek egy része a kristályrács hibáihoz kötődve csapdázódik (Aitken 1985). A csapdázódás üteme a természetben előforduló radioaktív elemek ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) koncentrációjától függ. A csapdákban lévő elektronok ezt kövезően hosszú ideig tárolódhatnak, mígnem adott hullámhosszú fény, vagy hő hatására természetes, vagy mesterséges módon újra szabaddá válnak, s visszatérhetnek a vegyérték pályákra. Mivel az elektronok a folyamat során alacsonyabb energiaszintre kerülnek, foton leadás játszódik le, azaz lumineszcencia alakul ki. Minél nagyobb intenzitású lumineszcens fény mérhető, annál nagyobb volt a csapdázott elektronok száma, azaz a csapdázódás folyamata annál hosszabb ideig tartott (Aitken 1985). Végeredményben tehát a földpát és kvarc kristályok gyakorlatilag detektorként működnek, és az őket érő radioaktív sugárzás intenzitásával és időtartamával arányosan nő a bennük raktározott TL/OSL jel nagysága.



A lumineszcens módszerrel azt az időpontot lehet meghatározni, amikor az ásvány utoljára napfényre került, vagy nagyobb hőhatásnak volt kitéve, mivel ekkor a csapdák kiürülnek (1. ábra). A mérések során a minta hővel (TL), illetve fénnel (OSL) történő gerjesztésével lehet a csapdázódott elektronok mennyiségére következtetni. A módszert elsősorban üledékek, illetve hevítést elszenvedett anyagok, például kerámiák kormeghatározására lehet alkalmazni. A módszer időbeli korlátai néhány évtizedtől néhány százezer évig, egyes speciális esetekben akár egy millió évig terjednek (Wintle 2008).



1. ábra. A lumineszcens jel időbeli változása. A laboratóriumi mérések során a lumineszcens jel nagysága alapján meghatározható a legutóbbi üledékképződés, vagy a kiégetés óta eltelt idő hossza.

### 3. Laboratóriumi mérések

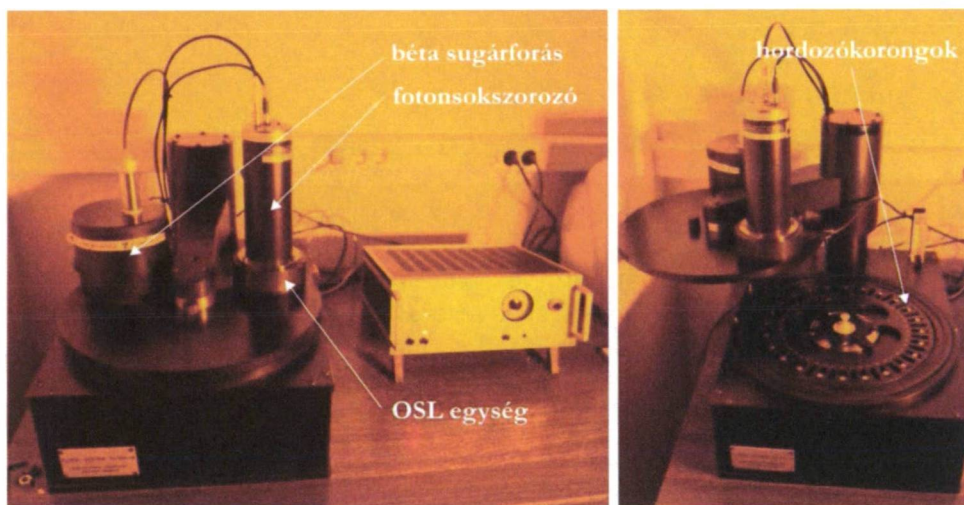
A TL/OSL vizsgálatok célja a fentieknek megfelelően kettős, meg kell határozni egyrészt az elemzett minta szemcséiben elnyelt összes dózis, másrészt az egységnyi idő alatt elnyelt dózis nagyságát. Előbbit paleodózissnak ( $D_p$ ), utóbbit dózisteljesítménynek vagy dózis rátának ( $D^*$ ) nevezik, segítségükkel az üledékképződés kora, illetve a kerámia kiégetésének ideje az alábbi egyenlet alapján adható meg:

$$\text{kor} = D_p / D^*$$

Az elnyelt dózis mértékegysége [Gy] a dózisteljesítményé [Gy/ka], azaz Gray/ezer év. A TL/OSL módszerrel meghatározott korokat a mérés idejétől visszaszámítva adják meg, és általában ezer évben (ka) fejezik ki.

A laboratóriumi feltárás menete és receptje attól függ, hogy a minta kvarc vagy földpát komponensét, esetleg a finomabb vályogos vagy a durvább homokos frakcióját vizsgálják. A feltárás általában a mémi kívánt szemcseméret leválasztásával kezdődik, ezt követi a minta karbonát- és szervesanyag-tartalmának eltávolítása, az ásványi komponensek nehéz folyadékkal történő szeparációja, a szemcsék külső burkának HF-os maratása, végül a minta hordozókorongokra történő felvitele.

A TL/OSL mérésekkel lényegében a minta által a természetben elnyelt radioaktív dózis (paleodózis) nagyságát lehet közvetett módon meghatározni. Ehhez különböző mérés technikai eljárásokat, ún. protokollokat alkalmaznak (pl.: Aitken 1998, Wintle – Murray 2006), melyek célja a lehetőségekhez mérten pontos összefüggés felállítása a laboratóriumban besugárzott mesterséges dózisok és a mintában így előidézett lumineszcens válaszok között. Ennek alapján ugyanis számítható, hogy a mintából kinyert természetes lumineszcens jel mekkora természetes dózis, azaz paleodózis hatására épült föl. Mivel az elnyelt dózis meghatározása közvetett módon történik, ezért a laboratóriumban mért értéket már egyenérték dózissnak ( $D_E$ ) nevezik. A szegedi laboratóriumban az eddigi mérések döntő többsége RISØ TL/OSL DA-15 típusú lumineszcens kormeghatározó műszeren történt (2. ábra), 2014 óta a laboratórium kiegészült egy RISØ TL/OSL DA-20 berendezéssel.



2. ábra. RISØ TL/OSL DA-15 típusú lumineszcens mérőberendezés zárt és nyitott állapotban

A koregyenletre tekintve az egyenérték dózis lumineszcens módszerrel történő mérésén túl az egységnyi idő alatt elnyelt dózis, azaz a dózisteljesítmény meghatározása is kulcs fontosságú. A dózisteljesítményt nagyrészt a mintában, illetve annak környezetében található radioaktív elemek bomlásából származó  $\alpha$ ,  $\beta$  és  $\gamma$  sugárzás, kisebb részt a kozmikus sugárzás határozza meg. A radioaktív elemek koncentrációjának mérése különféle módszerekkel történhet. A kapott eredményekből konverziós egyenletek segítségével számítható a száraz mintára vonatkozó dózisteljesítmény. Ezt korrigálni kell a minta, illetve környezetének nedvességtartalmával, ugyanis a víz hatékonyabban nyeli el a radioaktív sugárzást, mint az üledék szemcséi. Összességében elmondható, hogy mind a minták feltárása, mind mérése és kiértékelés több lépcsőből álló, hosszú folyamat, minek eredményeként számtalan adat keletkezik minden egyes minta vizsgálata során.



#### 4. Az adatbázis forrásadatai

Az adatbázis felállításához több féle, a laboratóriumban vezetett adatforrást használtunk fel. Ezek egy része papír alapú jegyzőkönyv, másik része különféle Excel alapú táblázatokból, harmadik része pedig a kiértékelő szoftverekben tárolt adatokból tevődött össze. Így például külön jegyzőkönyvekben rögzítettük az egyes minták gyűjtési körülményeit, valamint a feltárás során alkalmazott lépéseket, a felhasznált vegyszerek mennyiségét stb. A minták dózisteljesítményére vonatkozó adatokat Excel táblázatokban vezettük. Mindemellett a lumineszcens mérések eredményeit, valamint a koradatokat egy-egy kutatáshoz kapcsolódóan rendeztük táblázatokba, általában szöveges formátumban. Sok, a későbbi publikációkhoz felhasznált adat azonban csak a mérési fájlokból, illetve a kiértékelő szoftverekből volt kigyújtható. A fenti források valamilyen módon történő egyesítése így igen időszerűvé vált. Az adatbázist jelenleg Excelben állítottuk össze.

#### 5. Az adatbázis felépítése

Mivel egy-egy kutatás több mintát, illetve mérést is magában foglal, ezért a mintákat az adatbázisban kutatásonként csoportosítottuk. Az egyes kutatásokhoz kezdő dátumot, befejezési dátumot, helyszínt, illetve amennyiben szükséges volt további megjegyzést csatoltunk.

A kutatásokon belül a mintákat a laboratóriumi azonosítószám alapján rendeztük sorba. A minták adatait öt nagyobb blokkba rendeztük, amelyek egyrészt a mintagyűjtés, másrészt a minta előkészítés, harmadrészt a lumineszcens mérések, negyedrészt a dózisteljesítmény mérések, valamint ötödrészt a végeredményeket és az azokat közlő publikációk adatait foglalják magukba. A nagyobb blokkok tartalmát az alábbiakban részletezzük.

A mintagyűjtés esetében rögzítésre kerülő elsődleges adatok az alábbiak voltak: a minta terepi azonosítója, a gyűjtés időpontja, a mintagyűjtés helyének megnevezése. Utóbbi megadása üledékminták, illetve régészeti kerámiák esetében viszonylag egyértelmű, ugyanakkor műtárgyak kapcsán nem egészen, ezért ilyen esetben a mintagyűjtés helyeként a raktározó múzeumot jelöltük meg, illetve jeleztük a tárgy készítési helyét amennyiben az ismert volt. A legtöbb eddigi kutatás esetében rendelkezésre álltak a mintagyűjtés helyét jelölő földrajzi, vagy EOV koordináták, ezért ezeket is rögzítettük. A későbbi számítások szempontjából fontos további paraméter a minta felszíntől számított mélysége, valamint a mintagyűjtés tengerszint feletti magassága. A mintagyűjtési blokk esetében is lehetőség van egyéb információk megadására, melyek elsősorban a mintagyűjtő személyére, illetve a mintagyűjtés módjára (üledékek esetében pl.: szelvényből vagy fúrásból, kerámiák esetében pl.: fúróval vagy porítással) vonatkoznak.

A második adatbázis blokkban a minta előkészítéssel kapcsolatos információkat vittük fel. Elsőként a folyamat megkezdésének dátumát, ezt követően pedig a minta típusát. Utóbbit, illetve a később alkalmazandó számítások menetét az alábbi paraméterek határozzák meg: üledékről, vagy kerámiáról van-e szó, mi a felhasznált

szemcseméret frakció, illetve ásványi komponens (kvarc, földpát, esetleg poliminerális). Több esetben előfordult, hogy nemcsak egy frakción, illetve ásványi komponensen végeztünk méréseket, ezt az adatbázisban külön jelöltük. A számítások során lényeges paraméter a minta in situ nedvesség tartalma, amit a feltárás megkezdése előtt célszerű megállapítani. Az ehhez kapcsolódó adatokat így ebben a blokkban rögzítettük. Mivel a feltárás további menete igen eltérő lehet, ezért csak a legalapvetőbb lépéseket vittük fel az adatbázisba külön rekordként, úgy mint pl.: karbonát eltávolítás HCl-el, szervesanyag eltávolítás  $\text{H}_2\text{O}_2$ -dal, kvarc maratása HF-dal. Amennyiben a jegyzőkönyvekben rögzítve volt, a felhasznált savak mennyiségét is felvittük. Emellett lehetőséget biztosítottunk a szokványos feltárási lépésektől való eltérés szöveges leírására is. Különösen kerámiák esetében fontos paraméter a feltárás végén megmaradó minta tömege, ugyanis ez alapján dönthető el, hogy mennyi mintahordozó-korong készíthető elő. Utóbbi adat felvitele mellett külön jelöltük a ténylegesen előkészített korongok számát is, amennyiben volt erre vonatkozóan információ a papír alapú jegyzőkönyvekben. Végezetül rögzítettük a feltárás befejezésének dátumát.

A harmadik blokk a lumineszcens mérések adatait tartalmazza. Mivel a mérési eredmények értékelése külön szoftverek segítségével történik, ezért ehelyütt csak a legfontosabb mérési paramétereket és a mérésekhez tartozó fájlok adatait rögzítettük. A vizsgálatok során gyakori, hogy több tesztet, illetve több mérést kell elvégezni ugyanazon a mintán, hiszen mint láttuk akár több szemcse, vagy ásványi frakció vizsgálata is elképzelhető. Egy-egy teszt és mérés esetében rögzítettük annak időpontját, a felhasznált korongok mennyiségét, a mérés hosszát, az alkalmazott mérési protokollt, a kapott egyenérték dózis értékét és annak hibáját, az alkalmazott kormodellt, valamint a mérési fájl és az eredmény fájl nevét a könnyebb kereshetőség érdekében.

Az adatbázis negyedik egysége a dózisteljesítmény számításához szükséges adatokat tartalmazza, a víztartalom, illetve a minta előkerülési helyének adatainak kivételével, ugyanis ezeket az előző blokkokban már rögzítettük. Ehelyütt a minták, illetve környezetük radioaktív elemtartalmát vittük fel. Az elemtartalom meghatározása történhet több módszerrel is (gamma spektroszkópia, ICP-MS, XRF), ezt külön jelöltük. Kerámiák esetében, ahol a kerámia és az azt befoglaló üledék elemtartalma egyaránt hozzájárul a háttér sugárzáshoz mindkét közeg adatait feltüntettük. Végezetül a számított belső és külső dózisteljesítmény, a kozmikus dózisteljesítmény, az összes dózisteljesítmény, valamint ezen értékek hibái is rögzítésre kerültek ebben a modulban.

Az ötödik, összefoglaló blokkban a kormeghatározás eredményeit, azaz a korokat és azok hibáját tüntettük fel. Amennyiben több szemcse, vagy ásványi frakción elvégzett mérés eredményeként több koradat is megállapításra kerül, ezeket külön-külön felvittük. Végezetül megadtuk, hogy az adott minta mérési eredményeit mely publikációban közöltük.

## 6. Összegzés

A Szegedi Tudományegyetem lumineszcens kormeghatározó laboratóriumában elvégzett vizsgálatok száma napjainkra elérte a 800-at. Ez jelentős mennyiségű mérési és egyéb adatot generált, amit korábban különféle adathordozókon, sok esetben csak



papír alapú jegyzőkönyvekben, rögzítettünk. Az egységes, Excel alapú digitális adatbázis létrehozásával a mintagyűjtés, a feltárás és a mérés paraméterei immár egy helyen, jól átlátható formában vannak tárolva. Ezáltal az adatok könnyebben hozzáférhetőek, és lehetőséget nyújtanak általánosabb összefüggések feltárására is egyrészt tudományos célzattal, másrészt a laboratórium hatékonyabb működése érdekében. A későbbiekben ugyanakkor nem jelölhető meg reális célként, hogy az adatokat csak ebben a rendszerben rögzítsük, ugyanis pl. a mintagyűjtés, vagy a laboratóriumi munka során a papír alapú jegyzőkönyvek megtartása elkerülhetetlen. Terveink szerint ezért az adatbázist fél éves időközönként frissítjük a továbbiakban.

## Irodalom

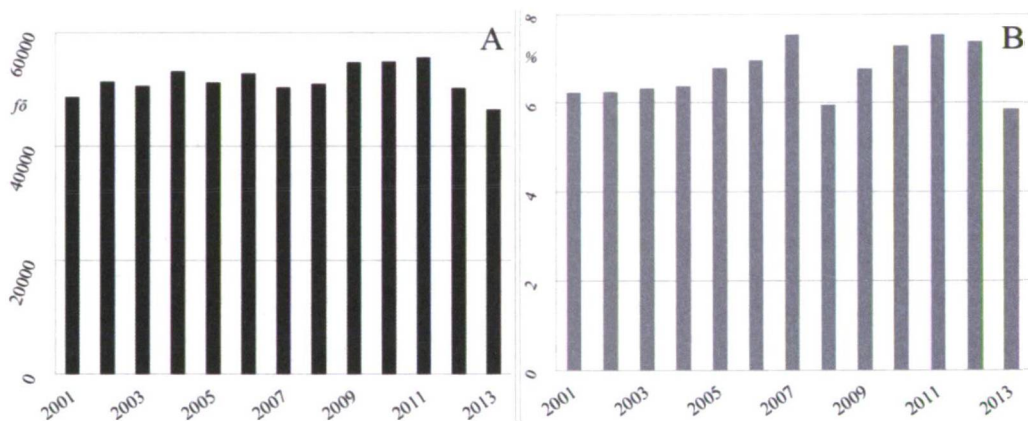
- Aitken M. J. (1985): Thermoluminescence Dating. Academic Press, London.
- Aitken M. J. (1998): An Introduction to Optical Dating. Oxford University Press. London.
- Dezső J., Bertók G., Bognár A., Kaposvári F., Darányi V., Pethe M., Csabai Z., Páll-Gergely B., Sipos Gy. 2009: Pedológiai-szedimentológiai vizsgálatok lösszel borított területeken, Szemely-Hegyes későneolitikus kőráncrendszer példáján. Archeometriai Műhely 2009/3, 57-72.
- Kiss T., Györgyövcics K., Sipos Gy. (2013): Homokformák morfológiai tulajdonságainak és korának vizsgálata Belső-Somogy területén. Földrajzi Közlemények 136/4, 361-376.
- Kiss T., Sipos Gy. (2008): Holocén eolikus akkumuláció története a vegetációváltozás és emberi hatások tükrében a Dél-Nyírség féligkötött futóhomok területén. In: Kiss T., Mezősi G. (szerk.): Recens geomorfológiai folyamatok sebessége Magyarországon. SZTE Juhász Gyula Tanárképző Főiskola, Szeged, 185-195.
- Sipos Gy., Kiss T., Nyári D. (2009): Kormeghatározás optikai lumineszcenciával: homokmozgások vizsgálata a történelmi időkben Csengele területén. In: Kázmér M. (szerk.): Környezettörténet. Hantken Kiadó, Budapest, 410-420.
- Sipos Gy., Papp Sz. (2009): Terrakotta műalkotások eredetiségvizsgálata és kormeghatározása termolumineszcens módszerrel, Szépművészeti Múzeum, Budapest. Archeometriai Műhely 2009/1, 61-74.
- Sipos Gy., Kiss T., Páll D. G., Tóth O., Schubert G., Tóth M. (2010): Mintagyűjtés, mintaelőkészítés, mintavesztés TL kormeghatározás során. Archeometriai Műhely 7/2, 131-136.
- Sümeghy B., Kiss T., Sipos Gy., Tóth O. (2013): A Maros hordalékkúp felső-pleisztocén-holocén képződményei. Földtani Közlöny 143/3, 265-278.
- Wintle A. G. (2008) Fifty years of luminescence dating. Archaeometry 50/2, 276-312.
- Wintle A.G., Murray A.S. (2006): A review of quartz optically stimulated luminescence characteristic and their relevance in single-aliquot regeneration dating protocols. Radiation Measurement 41, 369-391.

# SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM OKTATÁSI VONZÁSKÖRZETÉNEK ÉRTÉKELÉSE A KÖRNYEZETTANI KÉPZÉS PÉLDÁJÁN

Kovács Ferenc

## 1. Bevezetés

Az Európai Unió szemléletnek megfelelő Bologna képzés indítása óta a felsőoktatási szerkezet megváltozott Magyarországon; az új tantervek kidolgozása mellett változott a gazdálkodás is (Mezősi 2004). A számunkra fontos természettudományi képzési területen a felvehető létszám és a finanszírozott hallgatói létszám is folyamatosan emelkedett. A 2012. évtől csökkentek az államilag támogatott felsőoktatási férőhelyek (1. ábra), igaz a természettudományi képzésben a részben támogatottakat is beleszámítva a támogatott férőhelyek száma nőtt.



1. ábra. Felvett hallgatók száma (A), illetve a természettudományos képzésekre felvettek aránya (B) a nappali alapképzésben Magyarországon 2001–2013 között (adatforrás: [www.felvi.hu](http://www.felvi.hu))

A felsőoktatási intézmények érdeke, hogy biztosítsák a működéshez szükséges hallgatói létszámot, mivel az anyagi támogatás egyik fő tényezője ennek a létszámnak a nagysága. A jelentkezők száma évről-évre alapvetően kevesebb lehet, mert a hazai népesség csökkenő; a számunkra fontos 18. éves korosztály létszáma 15 év alatt 20–25%-al csökkenhet. A lakosság terheit fokozó gazdasági körülmények, illetve a természettudományos tantárgyak szűkülő középiskolai órakerete is csökkentheti a felvételizők számát (Farsang 2011).

A piaci szemlélet megnyilvánulásának fokozódása természetes. Minden intézmény szeretné, hogy az érdeklődő őt részesítse előnyben, de a felvételiző is szeretné megtalálni a számára megfelelő szakot.



## 2. Egyetemi felvételizők, jelentkezések – környezettan

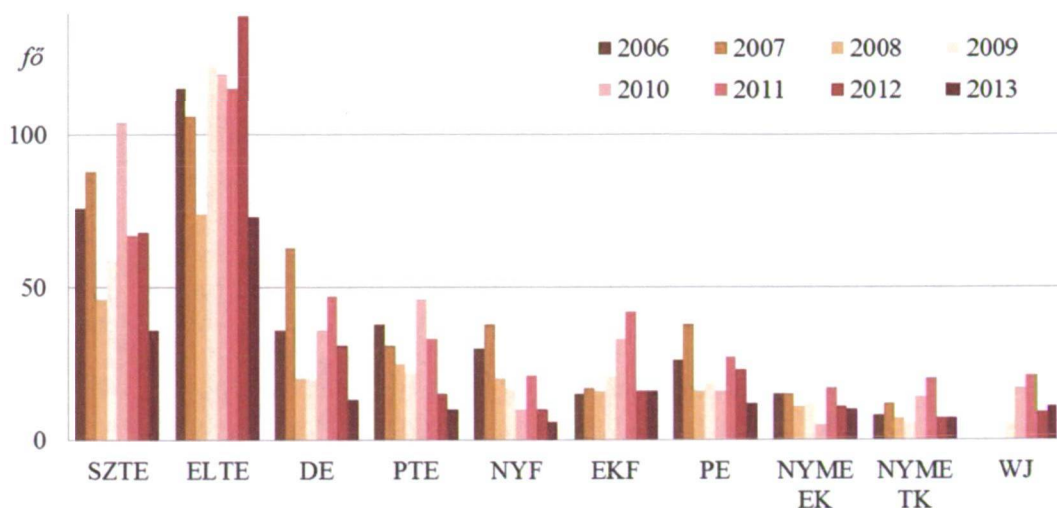
A képzés fenntartásához érdemes a hallgatókat felkeresni és tájékoztatni. Magyarország mintegy 300 településén működő, több mint félezer középiskola közül kell megtalálni azokat, ahol nagy az érdeklődés az SZTE iránt. Keresnünk kell potenciális felvételizőket oktató középiskolákat is! A marketingtevékenység támogatásához szükségünk van térbeli és időbeli elemzésekre, aminek leghatékonyabb módszertanát a térinformatika kínálja.

Vizsgálatunkkal az SZTE környezettan szak hallgatói utánpótlását támogatjuk. A környezettan a korszerű természettudományos szemléletmóddal ismert meg, amihez szükség van földrajzi, matematikai, biológiai, fizikai, kémiai, informatikai ismeretekre, vagyis elemzésünk többféle természettudományi tanszék, tanszékcsoport (pl. Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, Biológus Tanszékcsoport, stb.) oktatási bázisát is megalapozza. A tanulmány célja, hogy az elmúlt 8 év SZTE felvételi adatai alapján megtalálja a szak szempontjából jelenleg eredményes és a potenciálisan eredményes intézményeket; támpontot adjon a beiskolázásra vonatkozó tervezésnek (Kovács et al. 2014). Részletes tér- és időbeli elemzéssel városokra, sőt középiskolákra bontva kell értékelni, hogy a környezettan BSc. szak nappali tagozatra felvett hallgatói az ország mely pontjáról érkeztek az egyetemre. Határon túli középiskolák nem szerepelnek a vizsgálatban (innen érkező hallgatók száma a szakon nagyon kevés).

Környezettan szakra magyarországon 2006 és 2012 között 1500-2500 fő jelentkezett évente, amelyből a szakot első helyen megjelölők száma 230–410 között volt (2. ábra). Ehhez képest 2013-ban alig 1000 jelentkezőből 194 fő jelölte be a környezettant első helyen; ez a legmagasabb értékeket mutató 2007. és 2011. évek számadatainak felét sem éri el. Az adatsor alapján két egyetem emelkedik ki; a jelentkezők 33%-a az ELTE-t, 21%-a az SZTE-t választotta. A többi intézmény megoszlása egyforma (a NYME két különböző karát – Sopron és Szombathely – nézzük együtt, és vegyük figyelembe, hogy a Wesley János Főiskola csak 2009 óta indítja a szakot). A 8 éves adatsort tekintve a legtöbb intézmény (az SZTE is) a legmélyebb ponton van jelenleg. A csökkenés több helyen 2010-től jellemző.

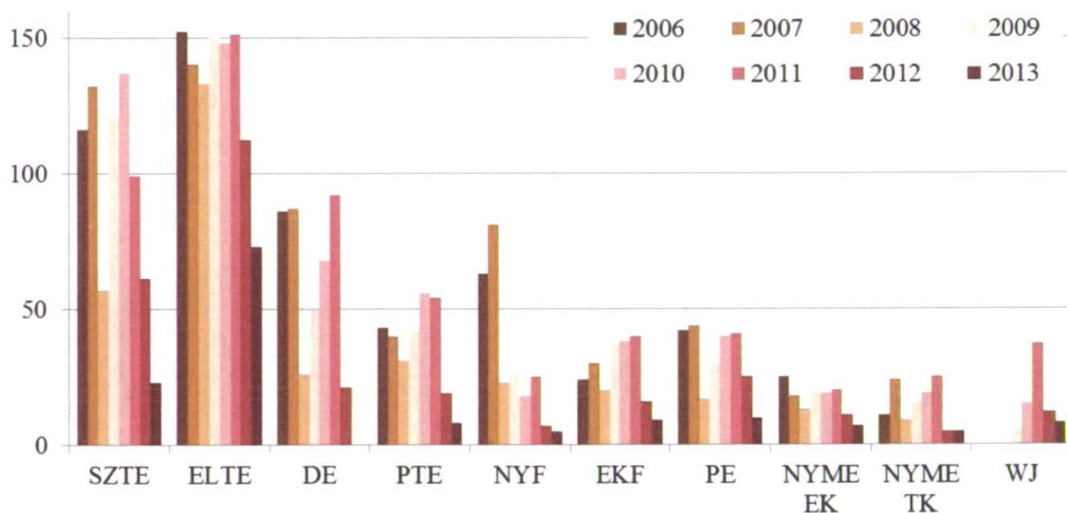
A döntéshozás-támogatás szempontjából a lényeg természetesen a felvett hallgatókra vonatkozó adatsor. A jellemző 2008–2011 közötti növekedést 2012–2013-ban hirtelen jelentős csökkenés követi, amit a jelentkezők száma nem indokolt. A 2008. évet jellemző, az adatsorban második legalacsonyabb érték is legalább kétszerese a 2013. évének. A felvételi adatok szerint a jelentkezések általános arányai nem módosulnak jelentősen; az ELTE értékei dominálnak; a hallgatók több, mint felét az ELTE és az SZTE adják (3. ábra). Az intézmények többségénél 2011-től jelentős csökkenés jellemző: az SZTE-nél a 2010. évtől a negyedik évre 83%-al csökkent a beiratkozó hallgatók száma, ami nagyobb, mint az országos csökkenés. De még így is 23 fővel indul a 2013 tanév, míg a ranglistán következő Pannon Egyetemenél ez csak 10 fő. Az ELTE ugyanezen idő alatt 50%-os csökkenést, a PTE 86%-os csökkenést mutat, míg a DE-en 2013-ban nincs felvett hallgató (2011-ben még 92 fővel indult a szak)! 2013-ban az ELTE önmaga adja a hallgatók felét, a PE a korábbi 5-6. helyről a ranglista 3. helyére kerül, amíg a 2007-ben még előkelő helyen álló NYF az utolsó helyre került.





2. ábra. Környezettan szak BSc-re első helyen jelentkezők száma 2006–2013 között a szakot indító egyetemeken, főiskolákon (adatforrás: [www.felvi.hu](http://www.felvi.hu))

SZTE – Szegedi Tudományegyetem; ELTE – Eötvös Loránd Tudományegyetem; DE – Debreceni Egyetem; PTE – Pécsi Tudományegyetem; NYME EK – Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar; NYME TK – Nyugat-magyarországi Egyetem Természettudományi Kar; NYF – Nyíregyházi Főiskola; EKF – Eszterházy Károly Főiskola; PE – Pannon Egyetem; WJ – Wesley János Lelkészképző Főiskola



3. ábra. Környezettan szak BSc-re felvételt nyert hallgatók száma az egyetemeken, főiskolákon 2006-2013 között (adatforrás: [www.felvi.hu](http://www.felvi.hu))

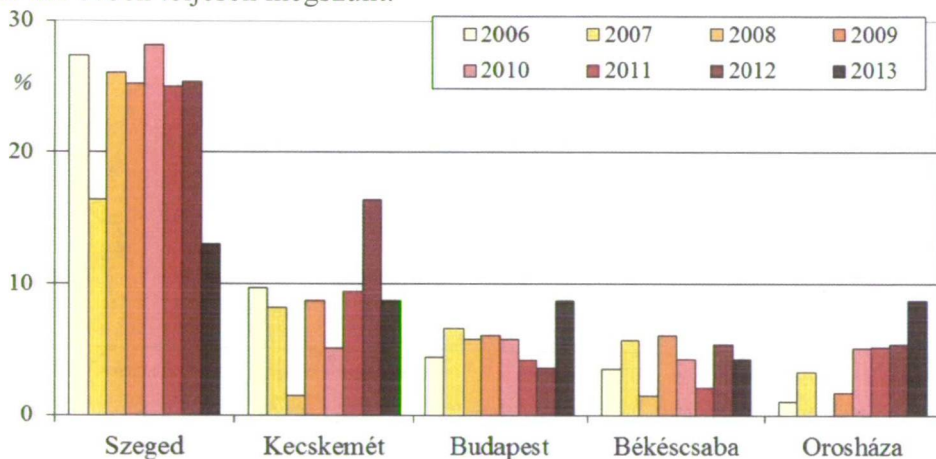


### 3. Az SZTE környezettan szakára felvételizők térbeli-statisztikai elemzése

#### 3.1. Mely településekről jelentkeznek Szegedre?

A középiskolákat azonosító OM kód alapján az SZTE környezettan szakára az elmúlt 8 évben összesen 100 településről érkeztek hallgatók. Ebből a nagy halmazból csak 18 településre jellemző, hogy évente átlagosan minimum 1 diák az SZTE-en tanuljon tovább (8 év alatt 8 hallgató).

A felvett hallgatók körülbelül 40-50 %-át adó Szeged, Kecskemét, Budapest, Békéscsaba városokból folyamatosan, minden évben, meghatározó számban érkeznek diákok (4. ábra). A folyamatos utánpótlás Bajára, Csongrádra, Kiskunfélegyházára, Orosházára, Szentesre és Szolnokra egy-egy év kivételével jellemző. Orosháza a kezdeti ingadozás óta 5 éve folyamatosan növekvő hallgatói arányszámot mutat. Hódmezővásárhely és Kiskunhalas korábbi fontos szerepe az utóbbi két évben teljesen megszűnt.

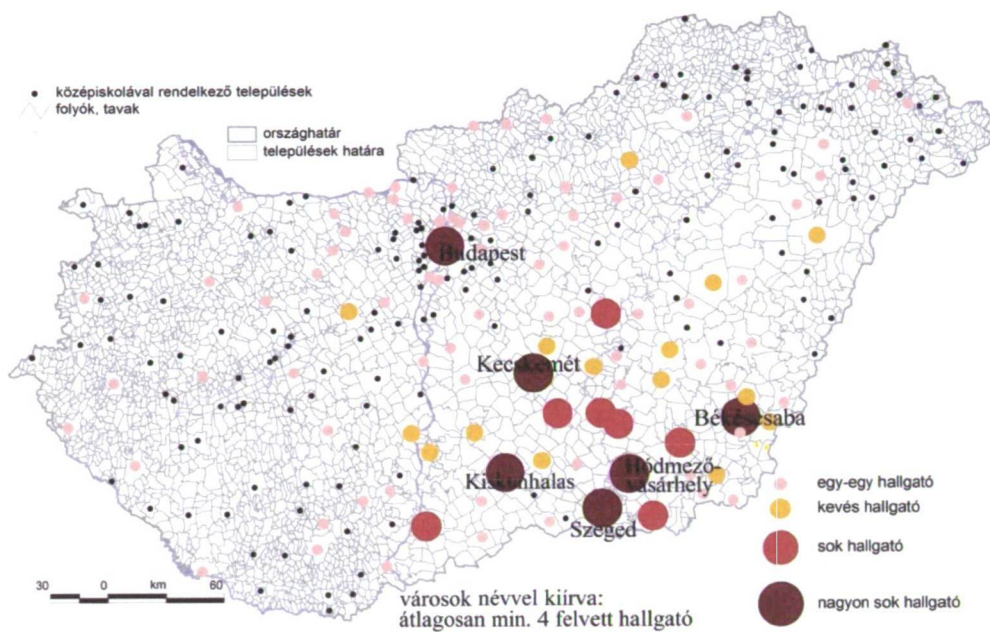


4. ábra. A szakra felvettek %-os megoszlása 2006–2013 között, a legtöbb hallgatót biztosító középiskolai központok esetén

A felvett hallgatók  $\frac{3}{4}$ -e az SZTE 100 km-es övezetéből érkezik. A legfontosabb települések a 0–50 km-es övezetben Szeged, Hódmezővásárhely, Kiskunmajsa, Makó, Szentes az 50–100 km-es övezetben Baja, Csongrád, Békéscsaba, Kecskemét, Kiskunfélegyháza, Kiskunhalas, Orosháza (5. ábra). A 150–200 km-es kategória részaránya (12%) Budapestnek köszönhető. A 150 km-nél messzebbi övezet a fővárosi adatok nélkül is 10%-os részt képvisel (Debrecen, Eger, Győr, Kisvárd, Nyíregyháza, Székesfehérvár és Vác).

A „sok hallgató” évente 2-5 felvett hallgatót jelent, míg a „nagyon sok hallgató” kategóriánál ez az érték 5-30 fő. Budapesten kívül Szolnok a Szegedtől legtávolabbi település ahonnan rendszeresen érkezik hallgató, valamint a nagy távolsághoz viszonyítva Debrecen, Eger és Székesfehérvár értékei jók. Ezzel ellentétben Pusztamérgesről, illetve a 100 km-en belül elhelyezkedő Kétegyházaról, Elekről és Martfűről a közelség ellenére sem érkezik senki környezettan szakra.





5. ábra. Középiskolai székhelyek térbelisége a felvettek száma alapján (2006–2013)

### 3.2. Az SZTE környezettan szak hallgatóit biztosító intézmények

Az SZTE 50 km-es övezetén belül van a felvételizőket biztosító intézmények 17%-a, az 50–100 km-es övezetben a 30%, a 100–150 km-es övezetben a 16%, a 150 km-nél messzebbi területeken 37%.

A vizsgált években 243 különböző iskolából vettek fel diákokat a vizsgált szakra. A felvettek fele olyan iskolákból érkezik, amelyekből átlagosan legalább 1 fő érkezik az SZTE-re évente, de ezek az iskolák csak az intézmények 14%-át adják. Mindössze 6-7 darab középiskola ad évente legalább 2 felvett hallgatót a szegedi környezettan szakra (1. táblázat). Az 1. táblázat 9. helyét elfoglaló Szegedi Műszaki és Környezetvédelmi Középisk. és Szakképző Iskola az előtte, 9. helyen lévő Gábor D. Gimn. és Műszaki Szakk. tagintézménye. OM azonosító alapján két különböző intézményként kezeltük, jóllehet egy helyen működő intézményekről van szó, így tulajdonképpen ez a középiskola kerülne a táblázatban a lista első helyére. A 18. helyen álló békéscsabai Andrassy Gy. Gimn. és a Rózsa F. Gimn. ugyanazon OM azonosító alatt működik, ezért kerültek az adatai összesítésre.

A Köznevelés című folyóiratban a középszintű érettségi vizsgák átlagpontszáma, a nyelvvizsgaerány, valamint az OKTV eredmények alapján összeállított lista egyfajta TOP középiskolai rangsor. A vizsgálatunkban megjelenő középiskoláknál minőségi paraméterként jeleztük, hogy szerepelnek-e rangsorban. Az egyetem számára előny, ha minél több fiatal érkezik innen, a jobb középiskolákból. Az értékelésünkben előforduló



TOP iskolák évente egy-egy fős felvételi mutatószámmal bírnak. Ezeken a helyeken érdemes növelni az SZTE marketingtevékenységét, különös tekintettel a közeli gimnáziumokra (Baja, Békéscsaba, Kecskemét, Szolnok).

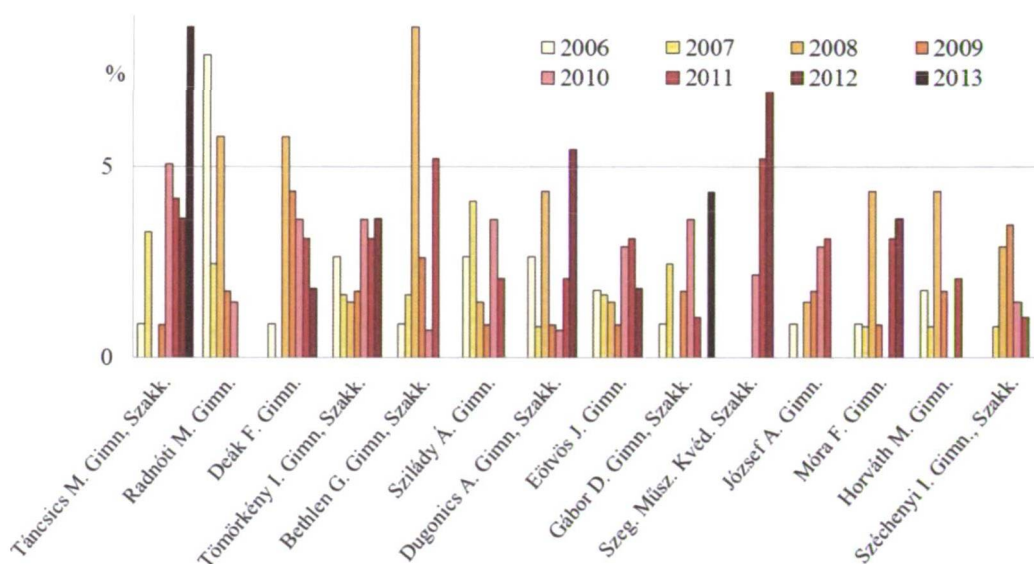
Az átlagosan 1 fő/év paraméterrel bíró településeknél a hallgatók több különböző intézményből érkeznek Kecskemét és Szeged esetében, míg alapvetően egy-két intézménynek köszönhető Békéscsaba, Hódmezővásárhely és Kiskunhalas jó helyezése. Kiskunfélegyháza, Kiskunmajsa, Makó, Orosháza, Szarvas, Szentés és Tiszakécske városokból egy középiskola adja az összes felvett diákot.

1. táblázat. A legkedvezőbb felvételi értékeket adó középiskolák (2006–2013)

| Város        | Középiskola                             | Felvettek<br>átlaga (fő/év) | TOP- iskola típusa         |
|--------------|---|-----------------------------|----------------------------|
| Orosháza     | Táncsics M. Gimn, Szakk.                | 2,6                         | Nem                        |
| Szeged       | Radnóti M. Gimn.                        | 2,5                         | Igen-gimnázium             |
| Szeged       | Deák F. Gimn.                           | 2,4                         | Nem                        |
| Szeged       | Tömörkény I. Gimn. Szakk.               | 2,25                        | Igen-vegyes<br>középiskola |
| Hódmezővh.   | Bethlen G. Gimn, Szakk.                 | 2,25                        | Nem                        |
| Kiskunhalas  | Ref. Koll. Szilády Áron Gimn.           | 2,1                         | Nem                        |
| Szeged       | Dugonics A. Piarista Gimn.              | 1,75                        | Nem                        |
| Szeged       | Eötvös J. Gimn.                         | 1,75                        | Nem                        |
| Szeged       | Gábor D. Műszaki Szakk. és              | 1,6                         | Nem                        |
| Szeged       | Szegedi Műszaki és Környv.<br>Középisk. | 1,75                        | Nem                        |
| Makó         | József A. Gimn.                         | 1,4                         | Nem                        |
| Kiskfélegyh. | Móra F. Gimn.                           | 1,4                         | Nem                        |
| Szentés      | Horváth M. Gimn.                        | 1,25                        | Nem                        |
| Szeged       | Széchenyi I. Gimn., Szakk.              | 1,25                        | Nem                        |
| Kiskunhalas  | Bibó I. Gimn.                           | 1,1                         | Igen-gimnázium             |
| Kiskunmajsa  | Dózsa Gy. Gimn. és Szakk.               | 1,1                         | Nem                        |
| Kecskemét    | Kecskeméti Reform. Gimn.                | 1,1                         | Nem                        |
| Békéscsaba   | Andrássy Gy. Gimn., Rózsa F.<br>Gimn.   | 1,1                         | Igen-gimnázium             |

Gimn.: Gimnázium; Koll.: Kollégium; Középisk.: Középiskola; Szakk.: Szakközépiskola;

Az összes felvett hallgató létszáma az utóbbi években országos szinten is csökkenő (lásd. 3. ábra), így alapvetően nehéz növekvő létszámot találni az intézmények idősorában (6. ábra). A Dugonics A. Piarista Gimn. és a Tömörkény I. Gimn. és Művész. Szakk. ilyen, illetve a Szegedi Műszaki és Környezetvédelmi Szakk. is, ahonnan azonban csak az elmúlt négy évben jelentek meg felvételizők.



6. ábra. A középiskolákból érkező hallgatók százalékos megoszlása a felvételt nyert diákok száma alapján a 2006–2013 között legalább 10 hallgatót biztosító intézményeknél

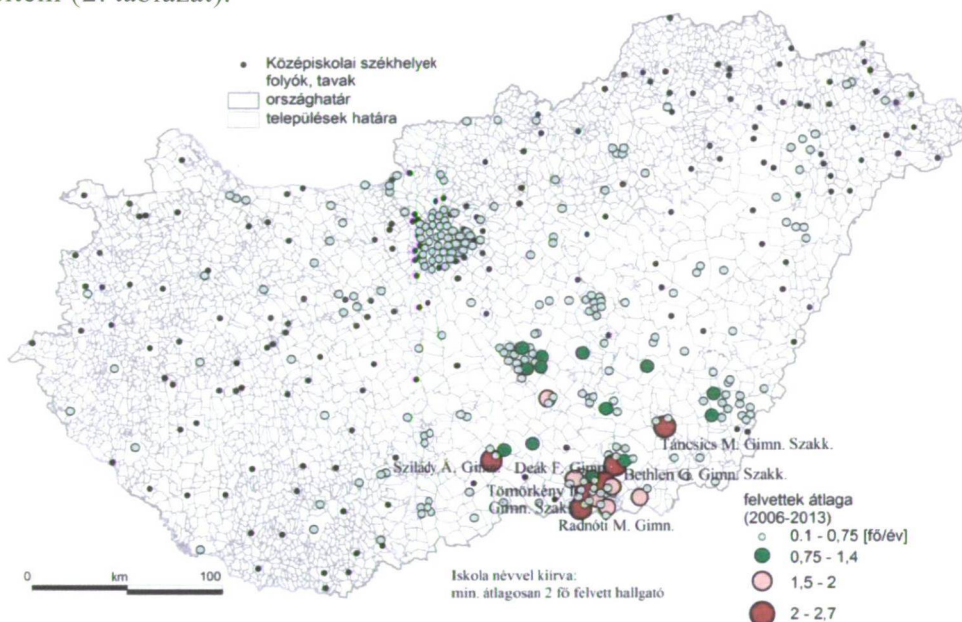
Nincs olyan középiskola, ahonnan minden évben érkezik hallgató. Az utóbbi két év (2012, 2013) alacsony értékei a Bethlen G. Gimn. és Szakk., a Szilády Á. Gimn., a József A. Gimn., a Horváth M. Gimn., valamint a Széchenyi I. Gimn. és Szakk. adatsorában is csökkenést okoznak. Feltűnő csökkenést mutat az összesített lista 2. helyén álló Radnóti Miklós Gimn., ahonnan az utóbbi három évben nem érkezett felvételiző. Az SZTE környezettan szak legfontosabb utánpótlást adó intézményei a 6. ábra alapján a Táncsics M. Gimn. és Szakk., a Tömörkény I. Gimn. és Szakk., a Dugonics A. Gimn. és Szakk., valamint a Gábor Dénes Gimn. a Műszaki és Környezetvédelmi Szakk.-val. Fontos az időszakonként sok hallgatót adó Deák F. Gimn., Bethlen G. Gimn. és Szakk., a Szilády Á. Gimn., illetve kiegyensúlyozott adateloszlása miatt jó partner az Eötvös J. Gimn. is.

Az elmúlt nyolc évben felvettek 71%-a az SZTE 90 km-es körzetéből érkezett (7. ábra). Itt található a vizsgálatban résztvevő középiskolák 42%-a. Az említett övezeten kívül az egy településen jelenlévő több intézmény révén (3–9 db) a bajai, debreceni, egri, győri, nyíregyházi, székesfehérvári, szolnoki iskolák is kiemelhetők, igaz ezekben az esetekben maximum 2 fő érkezett egy iskolából. Budapestről 35 középiskolából érkeztek hallgatók az elmúlt években.

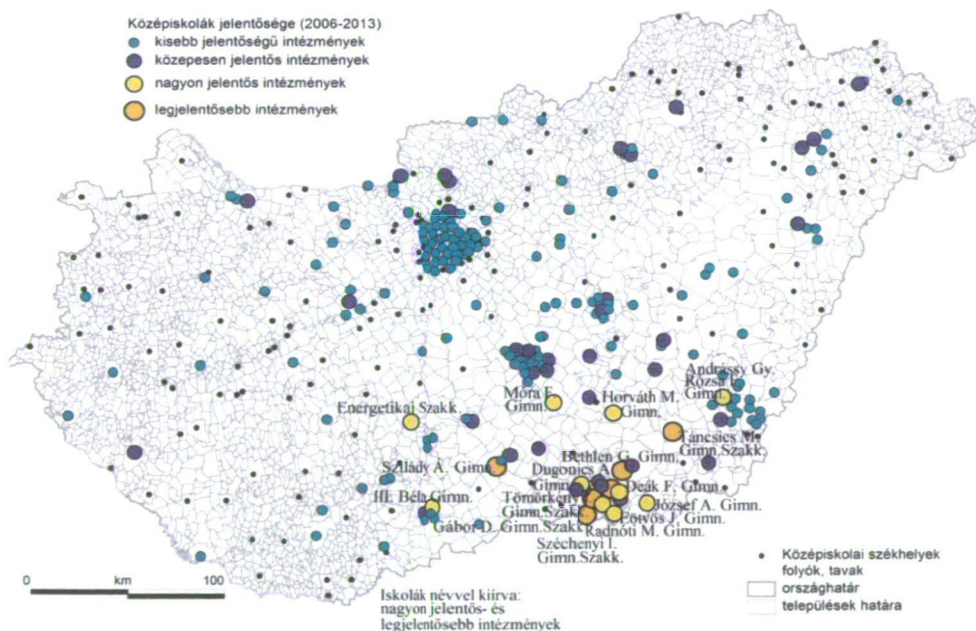
A felvett hallgatók száma, az SZTE-től mért távolság, és a minőség együttes ábrázolásának problémáját súlyozással oldottuk meg (8. ábra). Fontosak a sok érdeklődőt adó középiskolák, ahol érdemes megtartani az egyetemünkről kialakult kedvező képet. Távolsággal jelentősen nő az iskola fontossága; minél messzebből választják Szegedet, annál fontosabbak lehetnek. Az egyetemi oktatás érdeke, hogy több hallgató jöjjön a TOP listára kerülő középiskolákból. A nagyon jelentős és



legjelentősebb intézményekben kell megtartani az SZTE környezettan szakára vonatkozó érdeklődést (8. ábra névvel kiírt iskolái), míg ha szeretnénk biztosítani a háttérteret, akkor jelenlétünket a „közepesen jelentős intézmények”-ben kell tovább erősíteni (2. táblázat).



7. ábra. Középiskolák térbeli eloszlása a felvett hallgatók átlaga alapján (2006–2013)



8. ábra. Középiskolák jelentőségének értékelése súlyozás alapján

2. táblázat Középiskolák, ahol célszerű növelni az SZTE környezettan szak iránti érdeklődést

|            |  |              |   |
|------------|--|--------------|---|
| Ásotthalom | (középiskola)  | Kistelek     | (gimnázium)   |
| Battonya   | (gimnázium)  | Martfű       | (gimnázium)   |
| Elek       | (középiskola)  | Pusztamérg.  | (gimnázium)   |
| Jánoshalma | (gimnázium)  | Tótkomlós    | (gimnázium)   |
| Kétegyháza | (mezőgazdasági szakk.)   |              |   |
| Baja       | Szent L. Által.<br>Művelődési Közp.  | Kiskörös:    | Petőfi S. Gimn. Szakk.  |
| Békéscsaba | Evang. Gimn. Műv. Szakk.   | Kiskunhalas  | Bibó I. Gimn.   |
| Csongrád   | Bárony I. Szakk.   | Kiskunmajsa  | Dózsa Gy. Gimn.   |
| Hódmezővh. | Eötvös J. Szakk.   | Mezőkov.     | Hunyadi J. Kpisk.   |
| Kecskemét  | Katona J. Gimn. Szakk.,<br>Bolyai J. Gimn.,<br>Kecskeméti Ref. Gimn.,<br>Kocsis P. Szakk., Kecsk.<br>Humán Középisk. | Szeged       | Kossuth Zs. Gimn.<br>Szakk., Déri M. Szakk.,<br>Kiss F. Szakk., Körösy J.<br>Szakk., Tisza L. Szakk., |
| Mezőtúr    | Teleki B. Gimn. Szakk.   | Szolnok      | Építész., Faip., Környg.<br>Szakk.  |
| Szarvas    | Vajda P. Gimn. Szakk.  | Tiszaújváros | Móricz Zs. Gimn.  |

#### 4. Összegzés

A jelenlegi felsőoktatási finanszírozási rendszerben valamennyi szak esetében fontos, hogy minden évben megfelelő számú hallgatót vegyen fel. A döntéshozás támogatási tanulmányunkban arra a kérdésre is kerestük a választ, hogy hányan érkeznek az SZTE környezettan szakára, de különösen fontos szempont volt a térbeliség. A „honnan” kérdésre részletes, iskolai szintig menő válaszokat adtunk. Azon kívül, hogy megtudtuk honnan érkezik a legtöbb fő, vagyis hol kell fenntartani a számunkra kedvező állapotot, megtudtuk azt is, hol kellene, illetve lehetne fejleszteni a felvételi bázison (akár magasabb tudásszintű hallgatókra koncentrálva). Valamennyi egyetem rendelkezik a felvételizők térbeliségére vonatkozó adatbázissal, amely esettanulmányunk szerint térinformatikai módszerekkel feldolgozható. A folyamatot teljessé teheti, ha megtudjuk, miért választják a szegedi egyetemet; a minőség vonzó, esetleg egy szaktanár személye befolyásol, stb.

Fontosak a „jövő”-re vonatkozó ismeretek, vagyis a végzett hallgatók elhelyezkedését, szakmában maradását vizsgáló elemzések, melyre történtek már kísérletek (Mezősi G. et al. 2001); ez a későbbiekben a szakok támogatási rendszerébe is beépülhet.



## Irodalomjegyzék

Farsang A. (2011): *Földrajztanítás korszerűen*. GEO Litera. Szeged. 196 p.

Kovács F., Mezősi G., Sipos, Gy., Mucsi L. (2014): Evaluation of the educational catchment area and decision-making support at the University of Szeged, Hungary. *Tertiary Education and Management*, 20 (2), 106-120.

Mezősi G. (2004): Új alapképzési szak földrajzból. *Iskolakultúra* 14., 84-89.

Mezősi G., Mucsi, L., Garamhegyi Á. (2001): Educational innovation and the market for geographers in Hungary. *Journal of Geography in Higher Education*, 25 (1), 11–21.

(sz.n.) (2010): Középiskolák eredményességi mutatói. *Köznevelés* 66 (39) 11-13.

Internet adatforrások:

<http://www.felvi.hu>

<https://teir.vati.hu>

## A SZEGHALOMI KISTÉRSÉG VIDÉKFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEINEK ÉRTÉKELÉSE

*Hegedűs Gábor – Nagy Imre*

Tanulmányunk célja, hogy megvizsgáljuk a Szeghalomi kistérség vidékfejlesztési adottságait és lehetőségeit. Ez többfajta módon is lehetséges, kutatásunk középpontjában a helyi érdekcsoportok (aktorok) véleményének elemzése állt. Tanulmányunkban összegezzük vizsgálatunk legfontosabb eredményeit. 2014-ben végzett kutatásunk során legfontosabb kutatási módszerünk a félig strukturált interjúk készítése volt, melyeket a különböző kistérségi érdekcsoportok képviselőivel végeztünk. Ennek keretében összesen hat kistérségi érdekcsoportot vizsgáltunk. A helyi gazdasági és civil szféra, a helyi értelmiség és politikum, a kistérségi társulás és a LEADER Helyi Akciócsoport képviselőit vontuk be a kutatásba. Az interjúk során számos témakört vizsgáltunk, ezekből kutatási összefoglalónkban a kistérség természet- és társadalomföldrajzi jellemzőire, valamint vidékfejlesztési tevékenységére és jövőképeire vonatkozó eredményeinket ismertetjük.

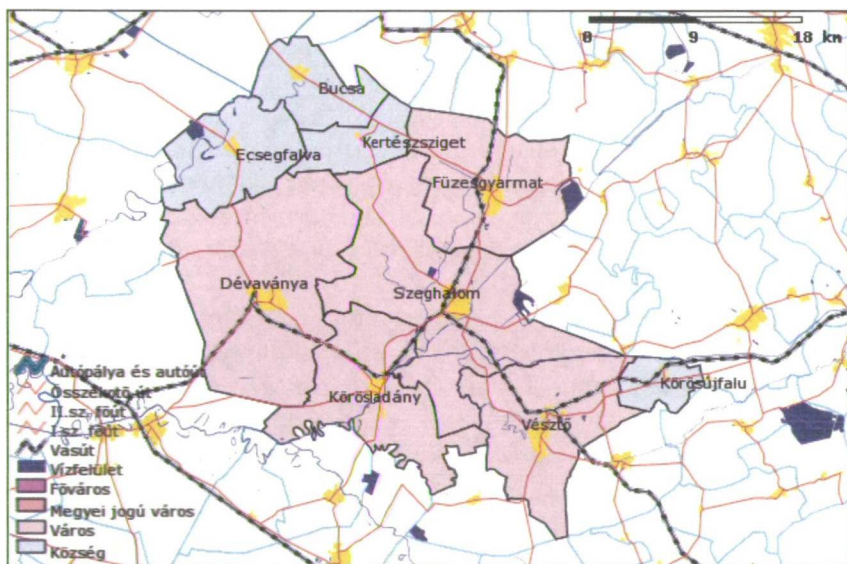
Összefoglalónknak nem célja a kistérség történelmi és földrajzi jellemzőinek, illetve vidékfejlesztési intézményrendszerének és tevékenységének részletes elemzése, ezekről a hivatkozott szakirodalmakban, forrásokban bőséges információk találhatók. Kutatásunk térbeli elemzési keretként a Szeghalomi kistérség területét vizsgáljuk. A Magyarországon 1994-ben létrehozott statisztikai, majd később területfejlesztési és közigazgatási funkciókkal bővült kistérségek fontos, az Európai Unió NUTS rendszerében a LAU (Local Administrative Units – helyi közigazgatási egységek) 1 szintjének megfelelő térbeli egységek voltak. Jelentőségük azonban 2013-tól lecsökkent, kutatásunk időszaka alatt, 2014-ben pedig megszűntek. Ennek ellenére a Szeghalomi kistérséget (2004-2014 közötti területi lehatárolás) választottuk térbeli kutatási alapegységünként, mivel a többi, jelenleg létező LAU 1 területi szintű egység – járás, LEADER Helyi Akciócsoport – többek között funkciója vagy túlzottan nagy térbeli kiterjedése miatt megítélésünk alapján nem teljesen pótolhatja a megszűnt kistérséget.

Az „abszolút vidékes” és „mezővárosias” típusba tartozó (Csatári 2011) Szeghalomi kistérség a Dél-Alföldi tervezési-statisztikai régióban, Békés megye északi részén található (1. ábra). Területe 2014. jan. 1-jén 1010 km<sup>2</sup>, lakónépessége 38 905 fő volt [1]. 9 településéből 5 városi jogállású, a városok közül Szeghalom a legnépesebb, amely sok szempontból a kistérség hagyományos központja (1. táblázat). A kistérség területére alföldi volta ellenére néhány sajátosabb, egyedibb és a vidékfejlesztési lehetőségeit részben meghatározó vonás is jellemző, melyekre a következőkben bővebben kitérünk.

A kistérség részben magába foglalja a Sárret (Kis-Sárret és Nagy-Sárret) néprajzi és természetföldrajzi tájegységek egy részét. A sokféle módon lehatárolható Sárret a 19. századi ármentesítésig, vízrendezésig alapvetően kiterjedt mocsárvilág volt, az ahhoz kötődő tájhasználat, településrendszerrel, életmóddal és hagyományokkal (Szilágyi



2009). Egyes források szerint a természetföldrajzi adottságok miatt a török hódoltság időszakában és azt követően sem néptelenedett teljesen el – alapvetően református vallású, magyarok lakta, „szabályos” kis és középnagy falvai többnyire megmaradtak, illetve részben úratelepültek (Beluszky 2001). A vízrendezés előtti természetföldrajzi viszonyok miatt sem tudott jelentősebb városi funkciójú település kialakulni a Sárrét térségében. A tanyásodás folyamata pedig csak a 19. század végén, 20. század elején, mértékét és típusát tekintve az Alföld sok más területéhez képest kevésbé intenzív módon ment végbe (Beluszky 2001). További egyedi jellemzőnek tekinthető, hogy a 19. századi folyószabályozások és vízrendezések rendkívüli mértékben átalakították a tájhasználatot és az ehhez kötődő életmódot (Andó 1974, Beluszky 2001, Szilágyi 2009).



1. ábra. A Szeghalomi kistérség 2014-ben (forrás: [2])

1. táblázat. A Szeghalomi kistérség települései 2014-ben (forrás: [1])

| település     |           |               |                    |
|---------------|-----------|---------------|--------------------|
| neve          | jogállása | területe (ha) | lakónépessége (fő) |
| Dévaványa     | város     | 21 655        | 7 874              |
| Ecsegfalva    | község    | 7 899         | 1 271              |
| Füzesgyarmat  | város     | 12 734        | 5 819              |
| Kertészsziget | község    | 3 911         | 379                |
| Körösladány   | város     | 12 379        | 4 623              |
| Körösújfalú   | község    | 2 530         | 470                |
| Szeghalom     | város     | 21 713        | 9 254              |
| Vésztő        | város     | 12 570        | 6 992              |

A kistérség területe Magyarország belső periferiájának tekinthető (e kistérség esetében a határvonalak egy része egyúttal megyehatár is), ezenkívül értelmezésünkben az első világháború után közvetve külső, államhatár menti periferiává vált (az 1940-1944 közötti időszak kivételével). Ennek egyik oka például, hogy bár nem érintkezik a magyar-román határszakasszal, a trianoni határok a fontos térkapcsolatait (például Nagyváraddal való vasúti összeköttetés) szüntették meg. A kistérséget azonban nemcsak helyzeti, hanem fejlettségi (gazdasági-társadalmi elmaradottság) periferiának is tekintjük. A kistérség területe és annak települései számos beosztás szerint hátrányos helyzetűeknek számítottak és számítanak [3], [4], [5].

A hátrányos helyzet részben egyedi történelmi okokra vezethető vissza. A 19. század második felében végbemenő vízrendezéssel egybeeső agrárkonjunktúra fejlődést jelentett. A 20. század legelejétől viszont például a földhiány, a nagybirtokok relatív túlsúlya, a mezőgazdaság kedvezőtlen természeti adottságai és viszonylagos fejletlensége hatására – például a belterjesség alacsony foka – a polgárosodás folyamata felemás módon ment végbe, és a kis- és szegényparasztnak helyzete súlyossá vált (Szabó 1974, Féja 1980, Márkus 1996). Ugyanakkor a helyi társadalmi elit képes volt arra, hogy jelentős anyagi ráfordítások árán fejlessze a közoktatást (középfokú oktatási intézmények önerőből való létrehozása Szeghalmon 1926-ban és 1942-ben). Az államszocializmus évtizedeiben a primer szektorból a szekunder szektorba való foglalkozási átrétegződés a kistérség területén viszonylag jelentősebb volt. Ennek egyik oka, hogy a mezőgazdasági termelés – így az ebben az időszakban jellemző háztáji gazdálkodás – természeti feltételei például Békés megye déli részeihez képest rosszabbak, és az intenzív mezőgazdasági termelés hagyományai sem igazán jellemzőek. Az 1960-as évek végétől részben a túlnépesedés gondjainak enyhítésére és a teljes foglalkoztatottság elérésére munkaerőigényes és versenyképesnek csak kevésbé tekinthető ipari üzemeket telepítenek a kistérség területére (Márkus 1996). Az 1989-1990-es rendszerváltozást követően sem javult érdemben a kistérség településeinek gazdasági-társadalmi helyzete (amelynek jellemzői például a viszonylag magas munkanélküliség, elvándorlás és előregedés, valamint az alacsony iskolázottság). Pozitívumnak tekinthető azonban, hogy jó néhány más alföldi kistérséggel ellentétben az államszocialista időszak ipartelepítési hulláma során létrejött üzemek jelentős része átalakult formában megmaradt (Köváry (szerk.) 1999), [6].

Sajátos, bár Békés megyében nem egyedi jellemző, hogy a Szeghalomi kistérség településeinek területi beosztása közigazgatási értelemben gyakran és sokat változott, valamint, hogy a különböző célú LAU 1-es szintű beosztások olykor jelentősebben eltérnek egymástól. Békés és Jász-Nagykun-Szolnok vármegye érintett határszakasza többször módosult, és a szeghalomi járás egyéb határai szintén változtak a dualizmus időszakától a járások rendszerének 1983-as megszüntetéséig. Az ezt követően létrehozott szeghalomi városkörnyék ismét más területi kiterjedésűvé vált. Az 1994-ben megalkotott kistérségi beosztás, majd annak 1997-es és 2004-es módosításai ismételen megváltoztatták a kistérség területi kiterjedését (így például 2004-ben Okányt és Zsadányt a Sarkadi kistérséghez csatolták, a Szeghalomi kistérség végső területi formájában ekkor jött létre). A 2013-ban létrehozott Szeghalmi járás területe pedig nem



egyezik meg a kistérség területével, mivel Ecsefalva és Dévaványa települések a Gyomaendrődi járáshoz kerültek. Az Európai Unió 2007-2013-as programozási időszakában létrehozott, vidékfejlesztési célú, szeghalomi központú LEADER Helyi Akciócsoport (Körös-Sárréti Vidékfejlesztési Egyesület) teljes egészében magában foglalta a Szeghalomi kistérség területét. Ezen kívül viszont a Sarkadi kistérség egészére és a Békési kistérségből két településre ugyancsak kiterjedt, vagyis területe jóval nagyobb a Szeghalomi kistérség területénél.

Összegzésként megállapítható, hogy a Szeghalomi kistérség egy gyakran változó területi kiterjedésű, részben egyedi sajátosságok (például történelmi fejlődés, településrendszer, a mezőgazdaság viszonylag kedvezőtlen adottságai) jellemezte periférikus helyzetű alföldi LAU 1-es szintű területi egység. Gazdasági és társadalmi elmaradottságát érdemben nem sikerült ezidáig csökkenteni.

Az interjúzás kutatási eredményei is alátámasztották, hogy az interjúalanyaink többsége ismeri a kistérség említett térbeli lehatárolásbeli változásait. A sokféle, egyszerre életben lévő vidékfejlesztési, közigazgatási felosztás véleményük alapján megnehezíti a hatékony vidékfejlesztési tevékenység végzését. Így például a Gyomaendrődi járáshoz tartozó Dévaványa és Ecsefalva sok szállal kötődik a Szeghalomi kistérséghez is, vagyis a járások kialakítása során a földrajzi tényezőkre és a tradíciókra nagyobb hangsúlyt lehetett volna fektetni. A kistérséget, a LEADER Helyi Akciócsoportot vagy esetleg mindkettőt egyenlő mértékben tartják a legmegfelelőbb vidékfejlesztési egységnek. Egyes interjúalanyok szerint az előbbi előnyei a területi koncentráció és az eddigi hagyományok továbbvitele, az utóbbi hátránya pedig, hogy túl nagy területet fog át, ami a hatékony koordinációt gátolja. Mások véleménye alapján a LEADER Helyi Akciócsoport előnye, hogy abban a különböző helyi érdekcsoportok egyformán képviseltetik magukat. Az említett együttműködés keretében közvetlenebb kapcsolatba lehet kerülni a román-magyar határ menti településekkel, ami gazdasági előnyöket jelenthet.

Az interjúkban a Szeghalomi kistérség természet- és társadalomföldrajzi jellemzőit szintén vizsgáltuk. A kistérség természeti környezetével kapcsolatban interjúalanyaink főként pozitívumokat említettek. Az érintetlen természeti környezet és táj (például a vízi élőhelyek), a természetvédelmi területek fontos fejlesztési lehetőségeket jelenthetnek. A gyenge minőségű termőterületek, az ásványkincsek hiánya viszont problémaként jelenik meg.

A kistérség társadalmi jellemzőit többségük meglehetősen kritikusan értékeli (előregedő társadalom, a fiatalok/szakképzett munkaerő elvándorlása, népességfogyás). Néhány, statisztikailag nehezebben mérhető jellemzőt (például közömbösség, vagy a tenni akarás, motiváció és kommunikáció hiánya) is említene.

A kistérség gazdasági pozitívumai közül a mezőgazdasági hagyományokat és az országos átlagot meghaladó iparosodottsági fokot (a nagyobb városokban meglévő ipari cégeket) emelik ki. Ugyanakkor kedvezőtlenül nyilatkoznak a mezőgazdaság eltartóképességéről, és jelentősnek tartják az idénymunka szerepét. Új ipari befektetőket véleményük alapján igen nehéz letelepedésre bírni. A kistérség a szolgáltatások terén mennyiségi és minőségi értelemben egyaránt elmarad a megyei és országos átlaghoz képest.

A kistérség infrastrukturális jellemzői közül a közműlétesítményeket megfelelőnek, az intézményi infrastruktúra elemei közül az oktatási intézményeket (például Péter András Gimnázium és Szigeti Endre Szakképző Iskola) kiválónak tartják. A közlekedési infrastruktúráról viszont alapvetően rossz véleménnyel vannak (például útburkolatok minősége). A távolsági közlekedés (autóbusz és vasút) tekintetében sok a várakozási és menetidő, nem megfelelő a menetrend, ami megnehezíti az ingázást. A vasúti közlekedést ítélik meg a legkritikusabban, bár ennek fejlesztésében lehetőségeket is látnak. Az intézményi infrastruktúra elemei közül az egészségügyi szakellátást nem tekintik megfelelőnek (megritkuló/megszűnő szakorvosi rendelések, a komolyabb egészségügyi háttérrel igénylő beavatkozásra a kistérségben nincs lehetőség, hanem csak Gyulán/Békéscsabán, esetleg Berettyóújfaluban).

A kistérség kulturális életének és turizmusának sikerességével kapcsolatosan megoszlanak a vélemények. Egyesek szerint a jelenlegi kulturális-turisztikai programok (például szeghalomi boszorkányfesztivál, vésztői szüreti bál) sem minőségben, sem mennyiségben nem elegendők ahhoz, hogy jelentős turisztikai vonzerőt fejtsenek ki. A turisztikai infrastruktúrát hiányosnak tartják (például nincs elég kiszolgáló egység), aminek véleményük szerint a társadalom elzárkózása és gondolkodásmódja az oka. Mások szerint a kistérség a kulturális programokat illetően nincs lemaradva a környező kistérségekhez viszonyítva, és egyes településein igen gazdag a kulturális élet. Általános az interjúalanyok egyetértése abban, hogy a kistérség legfőbb turisztikai attrakciója a füzesgyarmati termálfürdő, és elégedettek az itt található kistérségi Tourinform-iroda működésével.

Az interjúalanyok szerint a kistérség periférikus elhelyezkedésű, és emiatt hátrányban van például Budapesthez vagy a nyugati országrészekhez képest. A periférikusságnak súlyos társadalmi és gazdasági következményei vannak megítélésük alapján. Ugyanakkor kiemelik a román határ közelsége jelentette lehetőségeket (a román-magyar együttműködésben rejlő gazdasági potenciál).

A sikeres kistérségi vidékfejlesztési intézményrendszerrel kapcsolatosan alapvetően eltér az interjúalanyok véleménye egymástól, ami a pozíciójukkal is magyarázható. Közülük a kistérségi társulás és a LEADER Helyi Akciócsoport képviselőinek véleményét emeljük ki. Az előbbi szervezet szakértője szerint a kistérségi társulás 2014-ig szakszerűen működött, és a pályázati források magas arányú elnyerését biztosította. Ehhez viszont kulcsfontosságú volt a megfelelő szakemberek alkalmazása. A különböző jogszabályváltozások és forrásmegvonások miatt viszont az eddigi kiváló kistérségi szakemberállomány iránt csökkent az igény. Szerinte a járáások egyre több funkciót fognak átvenni és megnő a szerepük a fejlesztési tevékenységben. A LEADER Helyi Akciócsoport képviselőjének véleménye viszont eltér az említettektől. Ő – az interjúalanyok egy része által vitatott módon – a LEADER intézményrendszerét tartja a vidékfejlesztésre legalkalmasabbnak. Az interjúalany egyesületének tevékenysége főként a Helyi Akciócsoportokhoz beérkező pályázatok kezelésére irányul. Megítélése alapján igen változó a pályázási kedv a települések körében. Elmondása szerint a Szeghalomi kistérség településeiről főként vállalkozásokkal kapcsolatos gazdaságélénkítő pályázatokat nyújtanak be.



Az összes interjúalany sikeresnek tartja a kistérségbeli pályázási tevékenységet, de nem kellő mértékben. A kistérségben az 1990-től 2014-ig tartó időszakban megvalósult fejlesztések közül a szennyvízhálózat, a telekommunikációs infrastruktúra, a kerékpárutak, a szociális ellátó intézmények kiépítését, valamint ipari park létesítést és a közútfejlesztést emelik ki. Meglátásuk alapján a fejlesztések a kistérség minden településén megvalósultak, de a legtöbbet valószínűleg Szeghalom fejlődött.

Az interjúzás fontos zárókérdése volt, hogy az interjúalanyok milyen fejlesztéseket tartanak szükségesnek a jövőben a kistérségben. A válaszokban a táji adottságokhoz igazodó természeti erőforrások fejlesztését emelték ki, ami a 2014-2020 közötti Területfejlesztési Operatív Program egyik fő szegmense (ennek keretében Körösladányban hajókikötőt, Körösújfaluban halásztavat szeretnének létesíteni, Szeghalmon a Sebes-Körös partján létrehozott Várhelyi Ifjúsági Tábor és Szabadidő Központot kívánják komplex módon fejleszteni). Az úthálózat minőségének javítására szintén nagy szükség lenne, és az egyik interjúalany meglátása szerint a régi hagyományokon alapuló vízi közlekedést szintén helyre kellene állítani (aminek nem csak turisztikai funkciókat kellene betölteni).

Ehhez a kérdéshez kapcsolódóan az alacsonyan képzett munkaerőt nagyobb számban alkalmazni képes élelmiszeripar fejlesztésének szükségességét ugyancsak említették az interjúk során. A turizmus terén szükség lenne a kistérség települései közötti nagyobb összefogásra. Az interjúalanyok meglátása alapján a közeljövőben a falusi- és ökoturizmus egyre fontosabb lesz a kistérségben. Emiatt újra kell éleszteni az államszocialista időszakban jelentős számú turistát vonzó vadászatot, valamint a kedvező vízi környezetet kihasználva a horgászati/halászati tevékenységet. Az összes interjúalany fontosnak tartja, hogy az infrastrukturális fejlesztésekhez kötődően tervezik az egykori Gyomaendrőd-Nagyvárad közlekedési hálózat helyrehozatalát, és a tervezéséhez szükséges forrásokra elnyerték már a támogatást.

Az interjúzás eredményeinek összegzéseként megállapíthatjuk, hogy az interjúalanyok hozzávetőlegesen azonos módon ítélik meg a kistérség különböző jellegű pozitívumait és negatívumait. Véleményük alapján a kistérség egyik fő pozitívuma az érintetlen természeti környezet, amely a közeljövőben fontos turisztikai vonzerővé válhat. Ugyanakkor súlyos társadalmi problémák jellemzik a kistérséget. Többek között a Szeghalomi kistérség periférikus földrajzi helyzete és a közúthálózat rossz minősége miatt nem várható jelentősebb működőtőke-befektetés. Viszont bíznak abban, hogy az említett hátrányok leküzdésével, előnyökké váló átalakításával sikerül jobban kiépíteni a nemzetközi gazdasági kapcsolatokat, például a magyar-román kapcsolatok elmélyülésével.

A Szeghalomi kistérség tehát – sok más alföldi kistérséghez hasonlóan – számos vidékfejlesztési negatívummal, ugyanakkor kellőképpen még ki nem használt pozitívummal is rendelkezik. A 2014-2020-as európai uniós programozási ciklus forrásai, hathatós központi, állami segítségnyújtással remélhetőleg lehetőséget teremtenek arra, hogy a kistérség periférikus helyzetéből eredő hátrányok mérséklődjenek, a gazdasági és társadalmi hátrányokat pedig sikerüljön csökkenteni. Ehhez kapcsolódó, kutatási eredményeinken alapuló fejlesztési javaslatként fogalmazzuk meg többek között a komplex humánerőforrás-fejlesztést, a műszaki

infrastruktúra, valamint a turizmus fejlesztését, a határ menti együttműködések szerepének növelését, továbbá az említett fejlesztési célokból következően a gazdasági versenyképesség javítását a kistérségben.

## Irodalom

- Andó M. (1974): Békés megye természeti földrajza. In: Krajkó Gy. (szerk.): Békés megye gazdasági földrajza. Békés Megyei Tanács Végrehajtó Bizottsága, Békéscsaba. 13-84.
- Beluszky P. (2001): A Nagyalföld történeti földrajza. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs. 274 p.
- Csatári B. (2011): Néhány gondolat az elmúlt két évtized alföldi változásairól. In: Rakonczai J. (szerk.): Környezeti változások és az Alföld. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba. 363-371.
- Féja G. (1980): Viharsarok. Szépirodalmi Könyvkiadó, Budapest. 164-174.
- Kőváry E. P. (szerk.) 1999: Békés megye: Körös-Sárrét. 3/6. CEBA Kiadó, Budapest. 140 p.
- Márkus I. (1996): Polgárosodó parasztság. A magyar társadalomfejlődés egy faluszociológus szemével. Magyarország felfedezése. Dinasztia Kiadó, Budapest. 119-151.
- Szabó F. (1974): Békés megye gazdasági és társadalmi fejlődésének főbb vonásai a XVIII. század elejétől napjainkig. – In: Krajkó Gy. (szerk.): Békés megye gazdasági földrajza. Békés Megyei Tanács Végrehajtó Bizottsága, Békéscsaba. 113-175.
- Szilágyi Zs. (2009): Sárrét posztmodern perspektívában. A táj történeti földrajza: az egységesülés és széttagolódás formái. – Tér és Társadalom. 23. 2. 113-133.

- [1] Központi Statisztikai Hivatal, Magyarország közigazgatási helynévkönyve, 2014. január 1. ([http://www.ksh.hu/docs/hun/hnk/hnk\\_2014.xls](http://www.ksh.hu/docs/hun/hnk/hnk_2014.xls), letöltés dátuma: 2014. okt. 8.)
- [2] Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer, Kistérségi Információs Modul ([https://www.teir.hu/rqdist/main?rq\\_app=kister\\_info\\_09&rq\\_proc=alap&kell\\_vissza=I&xterkod=3406](https://www.teir.hu/rqdist/main?rq_app=kister_info_09&rq_proc=alap&kell_vissza=I&xterkod=3406), letöltés dátuma: 2014. nov. 4.)
- [3] 67/2007. (VI. 28.) Országgyűlési határozat a területfejlesztési támogatásokról és a decentralizáció elveiről, a kedvezményezett térségek besorolásának feltételrendszeréről ([http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=110519.156949](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=110519.156949), letöltés dátuma: 2014. nov. 11.)
- [4] 311/2007. (XI. 17.) Kormányrendelet a kedvezményezett térségek besorolásáról ([http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=112557.215415](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=112557.215415), letöltés dátuma: 2014. nov. 9.)
- [5] 27/2013. (II. 12.) Kormányrendelet a szabad vállalkozási zónák létrehozásának és működésének, valamint a kedvezmények igénybevételének szabályairól ([http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=158826.241550](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=158826.241550), letöltés dátuma: 2014. nov. 18.)
- [6] Szeghalmi Kistérség Többcélú Társulás Gazdaságfejlesztési Programjának Aktualizálása. MTA RKK Alföldi Tudományos Intézet, Békéscsabai Osztály, Békéscsaba, 2009. (<http://www.szeghalmikisterseg.hu/~kisterseg/downloads/helyzetertekelesfriss.pdf>, letöltés dátuma: 2014. dec. 20.)



# EGÉSZSÉGÜGYI PROBLÉMÁK A LEGHÁTRÁNYOSABB HELYZETŰ KISTÉRSÉGEKBEN DÉL-DUNÁNTÚLI TAPASZTALATOK ALAPJÁN

*Pál Viktor*

## 1. Bevezetés

A leghátrányosabb helyzetű térségeket már több alkalommal lehatárolták egyrészt tudományos, másrészt fejlesztési célokkal, melyek a legtöbb esetben egybecsengnek, így általánosan elfogadott, hogy mely térségek számítanak a legelmaradottabbaknak, a leghátrányosabb helyzetűnek. A hátrányos helyzet, illetőleg az elmaradottság leginkább társadalmi-gazdasági mutatókban ragadható meg (Varga 2006), azonban igen szoros összefüggés található a kedvezőtlen vagy rossz egészségi állapottal rendelkező népesség térbeli eloszlása és a leghátrányosabb helyzetű térségek térbeli eloszlása között. Ezen a ponton merül fel a kérdés, hogy a leghátrányosabb helyzetű térségek lakói milyen természetű egészségi problémákkal szembesülhetnek, ezek mennyiben másak, mint az országos átlag. Feltehető az a kérdés is, hogy az egészségügyi rendszert milyen különleges kihívások érik, meg tud-e felelni a speciális kihívásoknak?

E kérdések megválaszolásakor célként megfogalmazható egy olyan helyzetértékelés elkészítése, mely áttekinti a leghátrányosabb kistérségek népességének egészségi állapotát és az egészségügyi ellátás sajátosságait ezekben a kistérségekben. A tanulmányban ezt a célt egy dél-dunántúli kutatás tapasztalataira alapozva igyekszem realizálni.

E problémákat már korábbi kutatások is felvetették a periférikus térségekre vonatkozóan (Pál 2002, 2003). A jelenlegi megállapítások a 311/2007. rendeletben leghátrányosabb helyzetűnek minősített 33 kistérségre vonatkoznak (továbbiakban LHH), felhasználva a rendelkezésre álló statisztikai adatokat, illetve a saját interjúk kutatásaimat, melyeket a Sellyei kistérségben készítettem háziorvosokkal, illetve az egészségügy más kulcsszereplőivel.

## 2. Az egészségi állapot néhány jellemző vonása a leghátrányosabb helyzetű kistérségekben

A leghátrányosabb helyzetű kistérségek legtöbbszörében a népesség egészségi állapota országos relációban a legrosszabbak között van. Háziorvosokkal készített interjúink feltárták, hogy a statisztikák bizonyos mértékben még el is fedik az egyes településeken belül, a különböző társadalmi csoportok között meglévő különbségeket (Pál 2013). Általában jellemző, hogy a kistérségi központok lakóinak egészségi állapota közelít az országos átlaghoz, míg az aprófalvak, belső perifériák lakóinak, különösen a legszegényebbek és azon belül is a telepeken élőknek a legrosszabb az egészségi állapotuk (Ember et al. 2013). A rossz egészségi állapot eltérő korstruktúrájú településeket egyaránt jellemez: ide tartoznak a fiatal korszerkezetű, nagyobb arányban romák által lakott települések éppúgy, mint az előregedő települések. Előbbinél a már fiatalabb korban

megjelenő, nagy számban előforduló megbetegedések, utóbbiakban a fokozott ápolási igények támasztanak többlet igényeket az egészségügyi ellátórendszerrel szemben.

A hátrányos helyzet és ehhez kapcsolódóan a rossz egészségi állapot sok esetben köthető a roma népességhez (Puporka – Zádori 1998, Baranyi ez al. 2006, Neményi én.), azonban általánosságban a jó vagy rossz egészség határa elsősorban nem etnikai alapú, hanem a nincstelen – nem nincstelen, vagy munkanélküli – nem munkanélküli ellentét párban ragadható meg. Így tehát a rossz egészségi állapot minden szegénysorban élő, alacsony iskolai végzettségű, munkanélküli szülőkkel rendelkező családot egyformán érint.

A megbetegedések struktúrája e társadalmi csoport esetében általában hasonlít az országoshoz, de előfordulnak benne anomáliák. E társadalmi csoport körében kiugróan magas a pszichiátriai kórképek előfordulása. Ezen belül a szorongás, a depresszió a leggyakoribb. A betegek általában nem lelki problémákkal, hanem szomatikus tünetekkel keresik fel háziorvosukat, azonban a legtöbb esetben kiderül, hogy panaszainak nincs szervi oka. Állapotuk sokszor nem is típusos depresszió vagy szorongás, hanem egy krónikus depressziós tünet-együttes, melyet más, korábbi kutatások is megerősítenek (Kopp 2003). Pszichiátriai szakrendelésre csak egy részüket sikerül beutalni. A tapasztalat szerint az első rendelésen még megjelennek a betegek, de nehezen fogadják el, hogy ez egy hosszú folyamat, és ezért a további rendeléseken már nem vesznek részt.

Az alkoholizmus a leszakadó társadalmi csoportoknál teljesen általános. Néhány interjúalany szerint az alkoholizmus kevésbé súlyos probléma, mint a dohányzás, mert „drágább” káros szenvedély, ezért „kevesebb pénz jut” alkoholra. Magas a légzőrendszer betegségeinek előfordulása is, ami a dohányzás általános elterjedtségével jár együtt. A háziorvosok tapasztalata szerint a leszakadó társadalmi csoportokhoz tartozó családok 11-12 éves gyermekeinek döntő része e térségekben már dohányzik. A védőnők gyakran találkoznak 8-10 éves korukban már dohányzó gyermekekkel is.

A daganatos halálozás az országos folyamatokhoz hasonlóan igen magas, különösen a vastagbélrák és a tüdőrák előfordulása gyakori a háziorvosok tapasztalatai szerint. Ugyanakkor az e térségekben élők nem, vagy csak igen későn fordulnak panaszukkal, tüneteikkel a háziorvosokhoz, és ekkor már betegségüket nem lehet eredményesen kezelni.

Az alkoholfogyasztás és a dohányzás, továbbá a hiányos száj higiéné okozza, hogy e kistérségekben gyakoribb az ajak- és szájüregi daganatos megbetegedések előfordulása is. Néhány háziorvos tapasztalata szerint az itt élő szegények körében a száj higiéné nem is létezik, a gyermekek fogai a maradandó fogak megjelenését követően néhány éven belül véglegesen károsodnak.

Az egészségtelen, sőt sok esetben hiányos táplálkozás, a mozgásszegény életmód és az alkoholfogyasztás a közvetlen oka a cukorbetegség nagyon gyakori előfordulásának. Különösen kedvezőtlen, hogy a cukorbetegség már igen fiatalon, sokszor 30 éves kor körül jelentkezik. Az anyagcsere-zavarok erőteljesen függnak a táplálkozástól. E kistérségekben élő szegények táplálkozása nemcsak egyszerűen egészségtelen, hanem sok családnál hiányos is. Ebből adódóan a legnagyobb kalóriatartalmú ételek fogyasztására törekednek (illetőleg erre van lehetőségük), így egyes családok



táplálkozásában dominál a kenyérfogyasztás, az egyéb tésztafélék túlzott fogyasztása, ami igen korán elhízáshoz vezet. A cukorbetegség magas esetszáma együtt jár a magas vérnyomás gyakoriságának növekedésével.

Igen sűrűn fordulnak elő mozgásszervi megbetegedések, továbbá megfigyelhető, hogy a rossz szociális helyzetű népesség körében gyakoribbak a balesetek.

Az egyes LHH kistérségek között is kimutathatók különbségek, a térségcsoport az egészségi állapot tekintetében nem teljesen homogén. Néhány általános egészségi állapot indikátor esetében (pl. standardizált halálozási hányados, születéskor várható átlagos élettartam, „orvoshoz-fordulás” gyakorisága, kórházi ápolási eset) jól megfigyelhetők a területi különbségek (Kiss – Pál 2007).

A rossz egészségi állapot okai összetettek: egyaránt okozzák gazdasági, kulturális tényezők: szegénység, alacsony iskolázottság (Makara 1997). Ezekből adódóan az egészségkultúra igen alacsony színvonalú: az itt élők egy része nincs tisztában a legalapvetőbb higiénés szabályokkal, az önvizsgálathoz szükséges ismeretekkel, az egészséges életmód alapelveivel.

Ha az ismeretek adottak lennének, akkor sem tudnák azokat a gyakorlatba átültetni, mivel nincs pénzük megfelelő táplálékra, az egészséges lakókörnyezet kialakítására. Helyzetüket tovább rontja, hogy az a komplexen deprivált élethelyzet, amelyben létezni kénytelenek, igen nagy stressz forrás, amit a lelki betegségek (depresszió, szorongás) magas aránya is bizonyít. Ebben a helyzetben csökken az öngondoskodásra való hajlandóság is.

### **3. Az egészségügyi ellátás helyzete, sajátosságai a leghátrányosabb helyzetű kistérségekben**

A rossz egészségi állapot e térségekben többlet igényeket támaszt az egészségügyi ellátással szemben, ugyanakkor itt tapasztalhatók a legnagyobb ellátási hiányok (érvényesül az úgynevezett inverz-ellátás törvénye). Így az egészségügyi ellátás problémái egyrészt e hiányokból adódnak, másrészt következnek a periférikus elhelyezkedésből, a gazdasági elmaradottságból és a hiányos infrastruktúrából. Ezek a térségek többségében ugyanis aprófalvasak, vagy esetenként tanyások, kis lakosságszámmal, de távol a központoktól, nagyobb részük belső periferiának tekinthető. Általában rossz a központok – amelyek a legtöbbször az egészségügyi ellátás központjai is – elérhetősége. Legtöbbször a kistérségi központok megközelíthetősége is nehézkes, noha sok egészségügyi intézmény (pl. járóbeteg szakellátás) éppen itt található (Kincses 2005).

Az egészségügyi alapellátás lényegében mindenütt megoldott, de működésével számos probléma észlelhető. Az alapellátáson belül a háziorvosi ellátás küzd talán a legtöbb gonddal.

A településszerkezetből adódóan (aprófalvak) értelemszerűen sok kistelepülés tartozik általában egy praxishoz, a betegek lakóhelye nem koncentrált. A háziorvosok kártyaszáma alacsony (kicsi népességszám), az itt található praxisok nem jövedelmeznek jól. A csoportpraxisok egy ideig népszerű víziója sem hozott megoldást a gondokra (Pénzes 2001).



A háziorvosi rendelők felszereltsége általában megfelelő, arról a háziorvos, mint vállalkozó maga gondoskodik. Ebből adódóan a háziorvosok költségghatékony megoldásokra törekednek: pl. olcsóbb EKG berendezést vásárolnak. A háziorvosok adminisztrációs terhe igen nagy: úgy érzik, ez a betegellátástól veszi el az idejüket.

Igen nagy problémák tapasztalhatók az alapellátás humán erőforrásával kapcsolatban. Az itt praktizáló háziorvosok életkora magas, és itt a legtöbb a tartósan betöltetlen háziorvosi praxisok száma is ([www.oali.hu](http://www.oali.hu)). Így az a helyzet állt elő, hogy ott nincs elég orvos, ahol a legnagyobb szükség lenne rá. Mivel e kistérségek nem vonzóak, mint lakókörnyezet (elzártság, periféria helyzet, sok, problémás helyzetű beteg, alacsonyabb jövedelem), a fiatal orvosok általában nem választják e kistérségek településeit, vagy ha igen, akkor semmiképpen sem akarnak ideköltözni. Itt szükséges megjegyezni, hogy a háziorvos e helyi társadalmak fontos kohéziós ereje: gyakran az itt élők nemcsak egészségügyi problémákkal keresik fel őket, ezen kívül jelenlétük biztonságot ad a település lakóinak. A házi gyermekorvosi teendőket leggyakrabban a háziorvosok látják el, házi gyermekorvos igen kevés van.

A háziorvosi rendszerhez (de nem kizárólagosan ahhoz) kapcsolódó probléma a gyógyszerellátás és -beszerzés kérdése. Mivel az itt élők egészségi állapota rossz, egy átlagos beteget sokféle betegséggel kezelnek, így annak sokféle gyógyszert kellene szednie. Ezek a gyógyszerek azonban igen drágák (különösen a korszerű, új készítmények), és sokszor a család jövedelmének tetemes részét kellene ezekre fordítani. A gyógyszerfogyasztás elmaradásánál a kulturális hatásoknak kevesebb szerepük van, sőt inkább előnyben részesítik azt, hogy gyógyszereket szedjenek már kialakult betegségekre, mint a prevenciót.

A prevenció szervezetre ezekben a térségekben kulcsszerep hárul, mivel a védőnők azok, akik az anya- és csecsemővédelem révén rendszeresen tartják a kapcsolatot a családokkal. A gondozott anyák többnyire meghallgatják, amit a védőnők mondanak, de néha az anyagiak hiánya, más esetben az iskolázottsági szintjük nem teszi lehetővé, hogy a hallottak szerint cselekedjenek.

A szakellátást e kistérségekben általában a járóbeteg-szakellátás képviseli. Ezen kívül néhány LHH kistérségben található kórház is a kistérség központjában (pl. Ózd, Fehérgyarmat, Vásárosnamény, Berettyóújfalú), és van néhány kistérség, ahol kifejezetten közel, vagy könnyen megközelíthetően találunk kórházat (pl. a Bátorfyerenyi kistérségből a salgótarjáni, a Kisteleki kistérségből a szegedi kórház viszonylag könnyen elérhető).

A járóbeteg-szakellátás szakmák szerinti összetétele nagyon változó: az egészen széles spektrumtól az alapszakmákig terjed. A járóbeteg-ellátásnál a legnagyobb probléma, hogy számos tényező gátolja, hogy az előírt vizsgálatokon vagy kezeléseken a betegek részt vegyenek. A háziorvosnál diagnosztizált betegek jó részének további kivizsgálásokon, vagy kezeléseken kellene részt vennie, azonban ez sok esetben elmarad. A helyben, vagy közelben elvégezhető kivizsgálások nagy része megvalósul, azonban magasabb szintű ellátást értelemszerűen távolabb tudják a betegek igénybe venni a progresszív ellátás elve alapján. Ezek a járóbeteg-szakrendelések, kórházak



ugyan fizikailag nincsenek nagy távolságban a kistérségtől, azonban az itt lakóknak ezek elérése komoly akadályokba ütközik.

Az egyik ilyen akadály a közlekedés: a kistérségi központokból viszonylag egyszerűen el tudnak jutni a szakrendelésekre, azonban környékbeli falvakból tömegközlekedéssel kevésbé, vagy bizonyos szakrendelésekre egyáltalán nem. Sokszor fizikai képtelenség, hogy valaki egy nap megjárjon egy szakrendelést.

A fizikai korlátok mellett szerepet játszanak az anyagi korlátok, illetve az ismeretek hiánya, továbbá egyéb kulturális tényezők (pl. a betegek nem gondolják úgy, hogy el kellene menniük). Ez utóbbi igen jelentős korlátozó tényező: az orvosok szerint igen gyakran még a szállítást is megszervezik, továbbá az időpont egyeztetést is elvégzik az orvosok vagy az asszisztensek, de a betegek egy része mégsem jelenik meg a szakrendelésen. Az a tapasztalat, hogy ha csak egyszeri vizsgálatról van szó, akkor arra inkább elmennek, mint a rendszeres megjelenést igénylő heti, vagy többszöri kezelésekre. Előfordul az is, hogy sok beteg el sem tudja olvasni, vagy értelmezni, amit a kórházakban, szakrendelőkben a zárójelentésre írnak. Így pl. sokszor nem világos számukra, hogy mi a további teendő. Néhányan azért nem vállalják a klinikai kivizsgálást, mert ott (a városban) nem ismerik ki magukat.

A prevenció nagyobb része magában az egészségügyben, kisebb része az iskolában, és civil szervezetekben valósul meg e térségekben, csakúgy, mint az ország többi részén. Mind a háziorvosok, mind a kórházak szerveznek szűrővizsgálatokat. Az interjúk megerősítették azt az általános tapasztalatot, hogy a szervezett szűrővizsgálatokon inkább a nagyobb települések lakói vesznek részt, az aprófalvakban alacsony a részvételi arány.

A településpolitikában igen kis szerep jut az egészségpolitikának. Mindössze néhány településnek van egészségterve. A 2007-2013 közötti pályázati projektlistákat áttekintve megállapíthatjuk, hogy azokban alig van egészségügy, eléggé elhanyagolt terület volt a fejlesztési elképzeléseknél, ugyanakkor szinte sehonnan sem maradt ki. A leggyakrabban vagy valamilyen egészségügyi – általában alapellátási – integrált intézményt szerettek volna létesíteni, vagy egészségfejlesztési tervet és ehhez kapcsolódó felmérést készíteni, vagy az egészségmagatartást befolyásolni valamilyen oktatás segítségével. Ez a felsorolás mutatja, hogy az egyes LHH kistérségek mennyire eltérő módon viszonyulnak az egészséghez és az egészségükhöz.

#### 4. Összegzés

Összességében megállapítható, hogy a leghátrányosabb helyzetű kistérségek komplex egészségproblémája szoros összefüggést mutat az elmaradottság egyéb tényezőivel. Ugyanakkor ennek megítélésénél figyelembe kell azt is venni, hogy az egészség-problémák többsége nem tárható fel ezen a lokális léptéken a széles körben alkalmazott kvantitatív módszerek segítségével.

Az „egészség-spirál” lokális mechanizmusai kvalitatív módszerek alkalmazásával, elsősorban interjúk segítségével, résztvevő megfigyeléssel, tartalomelemzéssel tárhatók fel. Ezekre alapozva képzelhető el olyan beavatkozási lehetőségek kialakítása, amelyek tartósan képesek változtatni a vázolt igen kedvezőtlen helyzeten.

## Irodalom

- Baranyi B., G. Fekete É., Koncz G. (2006): A roma szegregáció kutatásának területi szempontjai a halmozottan hátrányos helyzetű encsi és a sellyei–siklósi kistérségekben. In: Glatz Ferenc (szerk.): A cigányok Magyarországon. Magyarország az ezredfordulón.
- Ember I., Pál V., Tóth J. (szerk.) (2013): Egészségföldrajz. Medicina Könyvkiadó, Budapest
- Kincses Gy. (2005): Az alapellátás átalakításáról. Budapest, ESKI
- Kiss J. P., Pál V. (2007): A kórházi betegforgalom területi vonatkozásai Magyarországon. In: Kovács Cs., Pál V. (szerk.): A társadalmi földrajz világai. SZTE Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, Szeged, 259-279.
- Kopp M. (2003): A mentális és magatartási betegségek és zavarok gyakorisága és az általuk okozott társadalmi teher. In: Ádány R. (szerk.): A magyar lakosság egészségi állapota az ezredfordulón, Medicina, MTA Orvosi Osztály, Budapest, 191-206.
- Makara P. (1997): Társadalmi-területi egyenlőtlenség az egészségi állapotban, az egészségügyben. A Falu 1997/ösz, 49-53.
- Neményi M. (én): Cigány anyák az egészségügyben. <http://mek.niif.hu/01100/01156/01156.htm>
- Pál V. (2002): Az egészségi állapot és az egészségügyi rendszer néhány sajátossága a határmenti területeken. In: Szónokyné Ancsin G. (szerk.): Határok és az Európai Unió. 2002. november 29 - december 1. Szeged, pp. 264-271.
- Pál V. (2003): Egészségföldrajzi sajátosságok egy határ menti kistérségben. In: Pál. Á. (szerk.): Héthatáron. Tanulmányok a határ menti települések földrajzából. JGYTF Kiadó, Szeged, 297-331.
- Pál V. (2013): A perifériahelyzet és az egészségi állapot – egy ormánsági kutatás tapasztalatai. A falu, 1. szám
- Pénzes J. (2001): Álom vagy valódi lehetőség a privatizáció után? Csoportpraxis Magyarországon. Egészségügyi Menedzsment 3. évf. 2. szám, 54-57.
- Puporka L., Zádori Zs. (1998): A magyarországi romák egészségi állapota. Roma Sajtóközpont, Budapest
- Varga B. (2006): Kistérségek a statisztikák tükrében. p 26, [www.terport.hu](http://www.terport.hu)



# APRÓFALVAK KIHALÁSA ÉS/VAGY MEGMARADÁSA MAGYARORSZÁGON

*Bajmócy Péter – Makra Zsófia*

## 1. Bevezetés

A tanulmány célja a periférikus helyzetben lévő hazai aprófalvak kihalásának és megmaradásának kérdését befolyásoló tényezők áttekintése. Az 500 főnél nem népesebb települések térbeli és időbeli differenciálódásának folyamatainak ismertetése, népességük tendenciáinak vizsgálata különböző befolyásoló tényezők alapján, illetve szociális és társadalmi problémáik áttekintése elengedhetetlen az aprófalvakra gyakorolt hatások és jelenlegi helyzetük feltárásához. A tanulmány során megvizsgáljuk az aprófalvak differenciálódási folyamatának elsődleges okozóit és annak következményeit, majd néhány példa segítségével szemléltetjük az országban található kihalás közeli aprófalvak kihalásának, illetve megmaradásának meghatározó elemeit, befolyásoló tényezőit.

## 2. Az aprófalvak térbeli és időbeli differenciálódása Magyarországon

Az aprófalvakon a hazai szakirodalom hol az 500, hol az 1000 főnél nem népesebb településeket érti. Dolgozatunk során a kutatók többsége által használt beosztást fogadjuk el, így az aprófalv elnevezést az 500 főnél nem népesebb településeinkre alkalmazzuk (Körmendi 1976; Enyedi 1980; Beluszky 1984; Sikos 1990; Dövényi 2003).

Aprófalvaink elhelyezkedése a mai Magyarország területén elsősorban a hegyvidékeinkre és dombvidékeinkre korlátozódik, továbbá jellemzően hazánk külső periferiáján helyezkednek el (Enyedi 1980). Ennek ellenére nem mondató el róluk, hogy egyenletesen oszlanának el az egyes területeken, hiszen egy tömbben csak a Dél-Dunántúl és Nyugat-Dunántúl településhálózatában vannak jelen, míg elszórtan több megyében meghatározó számban találunk aprófalvakat. Az említett vidékek közül is a legtöbb Baranya (210 db), Zala (163 db), Borsod-Abaúj-Zemplén (151 db) megyékben található (Bajmócy – Balogh 2002; Balogh 2008; Balogh 2014). Mindezen térségek nagy része társadalmi-gazdasági szempontból hátrányos helyzetű, külső (Szatmár, Zemplén, Cserehát, Aggteleki-karszt, Ormánság) vagy belső (Észak-Baranya, Külső-Somogy) periferiának tekinthető.

A hazai településkutatás Magyarország faluállományát sokáig homogén csoportként kezelte, míg az 1950-es évektől egy differenciálódási folyamat kezdődött el falvainkat illetően. Ezen folyamatok esetében azonban még nem volt meghatározó az aprófalvak tömeges megjelenése (Tóth 1996). Az 1960-as évtizedben jelentek meg először az aprófalvak a település-hálózat fejlesztési politikában, mivel az ekkoriban készült tervezetekben már felfedezhető volt a falusi térségek szerepének elhanyagolása (Beluszky 1984; Bajmócy – Balogh 2002; Hajdú 2005). Az egyes településkategóriába

sorolt falvak fejlesztetőségét, infrastrukturális ellátottságának javítását népességszámhoz kötötték, amely már akkor meggátolta a kisebb méretű települések fejlődési, esetleges kitörési lehetőségeit (Slachta 2009). Az említett két évtized során már megfigyelhető volt a falusi népesség elvándorlása, elsősorban a városokba, így 1970-re 5,5 millió főre csökkent a falvakban élők száma (Tóth 1996).

Ez a tendencia az 1970-es években teljesebben ki, amikor megjelent az 1971-es Országos Településhálózat-fejlesztési Koncepció, mely a magyar településállomány mintegy 80%-át nyilvánította „funkció nélküli” településnek. Az OTK kiemelt fejlesztésű települései egyértelműen a nagy népességgel és központi funkciókban bővelkedő városok voltak, ennek eredményeként 2071 település került az egyéb „funkció nélküli” kategóriába. A települések ezen csoportjára településfejlesztési tiltások léptek érvénybe, melyből alapvető infrastrukturális elmaradottság, munkalehetőségek hiánya, életkörülmények romlása következett. Ennek köszönhetően a jobban kvalifikált lakosság elvándorolt, egyre erősödött az elöregedés, az alacsony iskolai végzettség, és a fejlesztési tiltásoknak köszönhetően a lakókörnyezet romlása. Az aprófalvakat tehát egy marginalizálódási folyamat jellemezte, melynek következtében a kutatások során egyhangúan egy negatív jövőképpel rendelkező homogén településtípusként értelmezték őket (Beluszky – Sikos 1982; Kovács 1990).

Az 1980-as évek településpolitikáján már érezhető volt némi enyhülés, mivel csökkentek az ellátásbeli különbségek az egyes országrészekben, de ez nem jelentette a településkategóriák közötti eltérések redukálódását. 1985-ben eltörölték a települések korábbi szerepköri megkülönböztetését, illetve bevezették a fejkvóta alapú támogatás elosztást (Beluszky 1999; Hajdú 2001). Az agrárium válságából adódóan, illetve a hazai gazdaságpolitika problémáiból kifolyólag Magyarországon megjelent a munkanélküliség, mely elsőek között érintette az iparszerű mezőgazdaságot. Ezen folyamatoknak köszönhetően az 1980-as években volt a legintenzívebb a hazai településállomány differenciálódási folyamata (Balogh 2008).

A faluhálózatunk fejlődésére egyértelműen pozitív hatással volt a rendszerváltozás (Enyedi 1996). Mára már a települések többsége önálló önkormányzattal rendelkezik, amelyek a rendelkezésre álló erőforrások sorsáról önállóan dönthetnek, szabad gazdálkodásuk, és önállóan dönthetnek fejlesztési terveikről, azok megvalósításáról. Tehát településállományunk legkisebb elemeinek lehetőségük van a jövőbeli fejlődésre, például a turizmusban rejlő lehetőségek kiaknázására, a mezőgazdasági termelés újraindítására, és új alternatívák bevezetésére, továbbá a helyi társadalom és a vállalkozók közös érdekeinek kibontakozására. Ezen lehetőségekkel az aprófalvaink csak egy minimális része tud élni, melyből következik, hogy továbbra is nagy különbségek figyelhetők meg kistelepüléseink fejlettségével kapcsolatban (Bajmócy – Balogh 2002; G. Fekete 2010).

Az 1990-es éveket követően is meghatározó szerepe van a földrajzi fekvésnek az aprófalvak fejlettségét tekintve, melyet tovább erősít a munkahelyek közelsége, és elérhetősége (Enyedi 1996; Beluszky 2007). A nagyvárosok közelében elhelyezkedő, és a fő közlekedési útvonalak mentén található aprófalvak, illetve az ország nyugati részén fekvő települések helyzete vált kedvezőbbé az 1990-es évektől (Bajmócy et al. 2007).



Hazánk társadalmi átalakulásának eredményeként a falvak népességének szerkezete is differenciálódni látszik, így egyes településeken szélsőségesen jó társadalmi státuszú, más falvakban pedig meglehetősen szegény, időskorú, munkanélküli, kilátástalan helyzetű társadalmi csoportok a jellemzőek (Bajmócy – Balogh 2002; Bajmócy et al. 2007).

### **3. Az aprófalvak számának és népesedésének tendenciái a 20. század második felétől napjainkig**

A magyarországi aprófalvak száma az 1960-as évektől eltérő ütemben ugyan, de folyamatosan növekvő tendenciát mutat. 1960-ban 552, 2001-ben 1022, 2011-ben pedig 1128 darab 500 fő alatti lakosságszámú település található Magyarországon, ez a hazai településállomány 35,8%-át teszi ki (Balogh 2014). Fontos kiemelni, hogy az 1949-es településállományt tekintve jelentősebb az aprófalvak száma, de az elmúlt évtizedek során nagyszámú aprófalva veszítette el önállóságát városhoz kapcsolódás, összevonás és egyes esetekben kihalás okán (Bajmócy – Boros 2005; Bajmócy et al. 2014). Az 1970 és 1980 között 163 település vált aprófaluvá, ez az érték 1960 óta a legmagasabb, majd az 1990-es évekre már lassulóban volt ez a trend. Az utolsó két népszámlálást tekintve viszont újra 106 darab településsel nőtt az aprófalvak listája. Ezzel egyenes arányban nőtt az aprófalvakban élők száma is, 1970-ben körülbelül 220 ezer ember, míg 2011-ben már közel 300 ezer ember él kisfalvainkban (Balogh 2014).

Az aprófalvak számának emelkedése az 500 és 1000 fő közötti lakosságszámú falvak népességszámának intenzív csökkenése miatt jellemző. Ezt a folyamatot nagymértékben befolyásolja az előregedő korszerkezettel járó magas halálozási ráta és a fiatalok elvándorlása is. Egy olyan megyében, ahol alapvetően magas az aprófalvak aránya a településállományban, ott hangsúlyosabb ez a változás (Balogh 2014). A magyarországi 1128 aprófaluból 2001 óta 1010-ben csökkent a lakónépesség száma, amely érték közel 90%-os arányt jelent. 1945 óta folyamatként tekinthető, hogy a nagyobb méretű aprófalvak kevésbé, míg a kisebbek nagyobb ütemben veszítenek népességükből. A hazai aprófalvak népesedését jól szemlélteti, hogy 1949 és 2001 között 45 település vált 500 főnél népesebbé, amely értékből 18 olyan falu volt, amely 1990 és 2001 között nőtt ki az aprófalva kategóriából. Mindez a nagyvárosok környékén és azokon a területeken ment végbe, ahol magas a roma etnikum jelenléte, érintett megyék például Baranya, Somogy és Borsod-Abaúj-Zemplén (Bajmócy – Boros 2005).

Az aprófalvak népességének csökkenése számos esetben radikális, 1949 óta ilyen például Libickozma (Somogy), Gagyapáti (BAZ), Sima (BAZ), Tornakápolna (BAZ), Nemesmedves (Vas), Gosztola (Zala), mely falvak egykori népességük 90-95%-át veszítették el a 2001-re. A hazai faluállományon belül egységesnek ítélt aprófalvak népességszámának változása nem mondható egységesnek, tendenciáik nagymértékben függenek a népességszámtól, az öregedési indextől, a vándorlási egyenlegtől, számos esetben a térségi elhelyezkedéstől, illetve a közlekedési kapcsolatok fejlettségétől (Bajmócy – Balogh 2002; Bajmócy – Boros 2005).

Mára az aprófalvak vándorlási és természetes szaporodási értékei figyelemre méltó változáson mentek keresztül az 1990 és 2001-es intervallumhoz képest, ugyan a korábbi és az utóbbi periódust is egyértelműen természetes fogyás és negatív vándorlási értékek

határozzák meg, elmondható, hogy ez a tendencia mára rosszabbodott. Az aprófalvak romló vándorlási egyenlege elsősorban az elszegényedés megjelenésének, majd fokozódásának köszönhető, különösen jelentős az elvándorlás az Ormánságból, a Tolnai-Hegyhát területéről, a Cserehát, a Zemplén és a Külső –Somogy érintett településeiről. Mindemellett meglepő lehet, hogy mára a cigány lakosság által nagy számban lakott településeken is negatív vándorlási egyenleggel találkozhatunk (Balogh 2014). Megjegyzendő továbbá, hogy a településállomány más elemei esetében (kisvárosok, vidéki terek) is egyre nagyobb mértékű az elvándorlás mértéke. Az elköltöző lakosok célpontjai a hazai városok, melyek központi funkciókkal rendelkeznek, de ez a tendencia mára már lassulóban van (Timár 2006; Bajmócy et al. 2012). Az 1990-es és 2001-es népszámlálási adatok alapján az aprófalvak vándorlási egyenlege körülbelül tízezer fős csökkenést mutatott, mely érték a 2011-es népszámlálásra elérte a 25 ezer főt is. Kevés aprófalva rendelkezik pozitív vándorlási egyenleggel és természetes szaporodással is egyszerre, ez 1990-2001 között az aprófalvak 6,4%-át, míg 2001-2011 között 1,7%-át jelentette. (Balogh 2014).

#### **4. Az aprófalvak társadalmi-gazdasági helyzete és problémái Magyarországon**

Magyarországon a rendszerváltozás kiemelten nagy hatással volt a gazdaság és a társadalom alakulására, ennek eredményeképpen pedig a hazai gazdaság térszerkezetére, és településállományunkra. Az aprófalvak ezeket a változásokat kevésbé tudták javukra fordítani és lépést tartani a folyamatokkal, mely kihatással van az aprófalvak fejlődési pályájára (Józsa 2012; 2013; 2014).

A rendszerváltozást követően tovább nőttek az egyes aprófalvak közötti társadalmi-gazdasági differenciák, melyek a jövedelemviszonyok és az életkörülmények tekintetében a legszembetűnőbbek. Ezen jellemzők eltéréseit elsősorban a magyar gazdaság általános válsága, az eltérő fejlődési pályákra állás, a munkanélküliség megjelenése, a foglalkozási átrétegződés, az agráriumban bekövetkezett változások generálták (Andorka 2003; Balogh 2007). A rendszerváltozással önállósult önkormányzatok gyakran az elszigeteltség problémájával kerültek szembe, melyet tovább erősített a meglévő alapfunkciók elvesztése. Számos aprófaluban megszűnt az általános iskola, óvoda, az alapvető élelmiszerellátást biztosító bolt és gyakran még a kocsmá is (Bank et al. 2004).

Az aprófalvak többsége rossz demográfiai értékekkel, a munkanélküliség fokozódásával jellemezhető (Beluszky – Sikos 2007). Az aprófalvak esetében kifejezetten nagy a mezőgazdaság fontossága a megélhetés szempontjából, mely szektor válsága sok esetben a legnagyobb hátráltató tényező lehet az amúgy is kedvezőtlen földrajzi adottságú aprófalvaink jövőjét illetően. Az aprófalvak tehát a helyi munkalehetőségek hiányában szoros függésben állnak a legközelebbi központi szereppel bíró településsel. A hazai aprófalvak egyik legmeghatározóbb problémája a gazdasági tehetetlenség, a lakosok számára munkavállalási lehetőségét egyáltalán nem tudnak biztosítani. Ezekben a településekben minimális azon gazdasági tevékenység, mely a helyi munkaerőt foglalkoztatni tudná (G. Fekete 2013; Balogh 2014).



Hazánkban az aprófalvak heterogén csoportot alkotnak, mivel eltérő társadalmi-gazdasági jellemzőkkel rendelkeznek és különböző fejlődési pályán mozognak, így ezekre a településekre nem alkalmazható egységes fejlesztési politika. Különösen nehéz helyzetben vannak a magyarországi aprófalvak a helyi fejlesztések megvalósításának kivitelezésében, hiszen sok esetben az adott település lakosság száma annyira kevés, hogy elesnek a pályázati lehetőségektől. További problémaként merül fel egyes beruházások önrészenek előteremtése, mely szintén összefügg a településmérettel, így az aprófalvak elesnek a pályázatok nagy részétől. A megvalósuló fejlesztések kistelepüléseinken az alapvető infrastruktúra kiépítését, településkép javítását, Integrált Községi Szolgáltató Tér kialakítását, intézmények felújítását foglalják magukba (Józsa 2013; Balogh 2006; 2014).

Az aprófalvak társadalmi problémái közül kiemelhető még az ingázás és az alacsony iskolai végzettség. Az ingázás mértéke országos viszonylatban is magas, de az aprófalvak lakosait ez a probléma még inkább sújtja. A 2001-es népszámlálás szerint az aprófalvakban élők 70%-ának nem helyben található a munkahelye. Az ingázási problémákat tovább nehezíti, hogy az aprófalvak közlekedési helyzete különösen hátrányos. Azok a magyarországi aprófalvak, amelyek ismert perifériákon helyezkednek el a legrosszabb közlekedési adottságokkal rendelkeznek (Veszprém megye nyugati területei Őrség, Ormánság, Zempléni-hegység). Vannak települések, amelyek egyáltalán nem tudnak bekapcsolódni a tömegközlekedésbe, jelenleg hazánkban 26 kihalás közeli falut nem érinti autóbusz- és vonatközlekedés sem, sőt több olyan, ma már nem önálló település van az országban, amely nem rendelkezik közforgalmú kövesúttal (Gyűrűfű, Kisújványa, Derenk, Simaháza, Pusztaszentpéter). A kövesút hiánya tovább gyorsította ezen településeken az elöregedést, elvándorlást és népességvesztést, a kihalás közelébe sodorva őket (Bajmócy – Balogh 2014).

Hazánkban szintén az aprófalvak lakosai vannak a legrosszabb helyzetben a legmagasabb iskolai végzettség vonatkozásában. Az aprófalvak lemaradása jelentős a legalább középiskolát végzettek tekintve, mivel országos szinten 2001-ben 38,2%-ot, az aprófalvak esetében 15,2%-ot ért el e mutató. Az általános iskolát végzetteket vizsgálva a legrosszabb azokban az aprófalvakban a helyzet, amelyek népessége szélsőségesen elöregedett, vagy magas a roma lakosság aránya (Bajmócy et al. 2007).

## 5. Kihalt és a kihalás szélén álló aprófalvak Magyarországon

A hazai faluállomány legkisebb lélekszámmal rendelkező elemei – a rendszerváltozást megelőző településpolitikák hatására – egyre csökkenő népességmegtartó erővel bírnak, mely egyes esetekben a falvak teljes elnéptelenedését, fizikai megszűnését és az épületállomány súlyos leromlását eredményezi. Az aprófalvak kedvezőtlen demográfiai állapotát nehezíti az önkormányzatok rossz anyagi helyzete, az elszegényedés, a munkanélküliség általánossá válása és az egyes települések rossz közlekedési infrastruktúrával való ellátottsága. Ezen tényezők összefüggésbe hozhatók a települések teljes elnéptelenedésével, fizikai megszűnésével. Az aprófalvak népességcsökkenése, sok esetben a kihalás szélére sodródása közigazgatási önállóságuk elvesztését

eredményezte. A közigazgatási változások e tekintetben a legintenzívebbek a két világháború között (350 település megszűnése, főleg összevonással), és az 1950-1980-as évek között (450 település, hozzácsatolással) voltak (Bajmócy et al. 2014).

Magyarországon az 1910 óta tartott népszámlálások adatai szerint a közigazgatásilag önálló 3900 település közül 6 olyan falu van, amelyek lakossága ezen időintervallum alatt valamikor is elérte a nullát, tehát kihalt. Gyűrűfű (BAR), Kán (BAR), Révfülső (BAR), Simaháza (VAS), Iharkút (VES), Derenk (BAZ) kihalt faluk közül jelenleg 4 lakatlan, ugyanakkor a 2011-es népszámlálás szerint Gyűrűfűn 33 fő, Kánon pedig 8 fő lakott. Iharkút, Derenk és Simaháza teljesen megsemmisültek, ezekben a falvakban egyetlen ház sem áll jelenleg. A derenki lakosság 1940-ben került kitelepítésre, majd az 1970-es években kihalt Gyűrűfű, Iharkút és Simaháza. Kán és Révfülső a 2001-es népszámlálásra vesztette el teljesen lakosságát, azóta ezek üdülőfaluk funkciót látnak el. Gyűrűfű 1990-es évektől kezdve újratelepült, jelenleg az itt lakók biogazdálkodással, ökotudatos életmóddal foglalkoznak. A 2011-es népszámlálás alapján a kihalás közvetlenül fenyegeti az 5 fős lakosú Korpád (BAR) és a mindössze 2-2 fő által lakott Mónosok (BAR) és Pusztaszentpéter (ZAL) (Bajmócy – Balogh 2014).

A kihalás szélére mintegy 50 település sodródott Magyarországon a radikális népességfogyás következtében, területi eloszlásuk jól igazodik az aprófalvas térségek elhelyezkedéséhez. Legtöbb erre a sorsa jutó település Zalában (13), Baranyában (12) és Borsodban (11) található. Az 54 faluból 46-ban fogyott legalább 87,5%-kal a népesség maximumához képest, és ezek közül 35 olyan település található, melyek népessége a 2011-es népszámlálás alapján kevesebb, mint 25 fő. Az 54 aprófaluból 2011-ben 30 közigazgatásilag önálló státusszal rendelkezik, 14 egyéb belterületként, 7 külterületként van nyilvántartva, 3 pedig fizikailag sem létezik ma már (Bajmócy – Balogh 2014). Térbeli koncentrátságukról elmondható, hogy Zselicben, Kelet-Mecsekben, Észak-Zalában, Cserhátban és a Galyaságban erős (Bajmócy – Balogh 2014).

Az elnéptelenedés többnyire természetes és spontán módon zajló folyamat, melyet befolyásol az aprófalvak általános munkahelyhiánya, a közeledési hálózat fejlettlensége, a meglévő szolgáltatások leépülése, az ingázási kényszer. A nagy számban perifériákon elhelyezkedő, illetve jellemzően előregedő korszerkezetű, gyakran zsákfaluk jellegű települések lehetőségei a rendszerváltozást követően sem javultak. Gyakran a külterületi népesség – majorok, tanyák – elvándorlása nem a belterületre történt, hanem más településre, így az egész település népességének csökkenését ezek a folyamatok határozták meg, hiába van az, hogy a belterület lakossága csak kis mértékben fogyott (Libickozma, Pusztaszentpéter, Bácsszőlős). A kedvezőtlen földrajzi helyzetből is adódott település népességvesztése, ilyen volt például a határsávban található Nemesmedves. Néhány esetben (Háromhuta, Nemesmedves) a lakosság nemzetiségi alapokon történő kitelepítése okozta a drasztikus fogyást. Egyedi esetként tarthatjuk számon a természeti katasztrófa által sújtott településeket (Nagygéc és Komlódtótfalu), ahol az 1970-es árvíz elmosta a falut és a későbbi visszatelepülést sem engedélyezték. A Bakonyban található Iharkút jövőjét pedig a területén talált bauxit feltárása határozta meg, melyet ennek következtében kitelepítettek (Bajmócy – Balogh 2014).



A falvak halálát a fizikai megsemmisülés és a nagymértékben leromlott lakókörnyezet jelenti, míg esetleges sikerük kulcsa a falusi turizmus beindítása, a magasabb társadalmi státuszú betelepülők vonzása lehet. Mára már több olyan falu is van, amely teljesen üdülőfaluvá vált (Kán, Gorica, Vérteskozma), míg más esetekben a lakásállomány fele üdülőház (Tornabarakony, Ladomány, Kisújbanya, Püspökszentlászló). Az elmúlt évtizedben van példa arra is, hogy a korábban üdülő jellegű települések újra valóban lakottá váltak (Kisújbanya, Püspökszentlászló, Kán) (Bajmócy – Balogh 2014).

Meglepő módon vannak azonban olyan kihalás közeli települések, melyek sikeresnek mondhatóak. A kihalás közelébe sodródott falvak negyedében az elmúlt két évtized során népességnövekedést figyelhetünk meg (Gosztola, Kán, Gyűrűfű, Kisújbanya, Zsibrik). A népességnövekedést az esetek többségében elsősorban az üdülőfalvak újránépesedése okozza, Nagygéc és Komlódtótfalu esetében pedig eltörölték az építési tilalmat. Különösen sikeresnek mondható a népességnövekedést tekintve Gosztola, Gyűrűfű és Zsibrik. A Bonyhádi járásban található Zsibrikre 1990-ben egy alkohol-és drogterápiás rehabilitációs intézet költözött, ennek tudható be a népesség növekedése. Gyűrűfű újránépesedése az ökofalu kialakításának köszönhető, de népessége az elmúlt években stagnál. Gosztola esetében különös útról beszélhetünk, a Zala megyei falu esetében a polgármester személyes hatalma határozza meg a népesség növekedését, ahová beköltözni csak megfelelő finansziális helyzetű családoknak van lehetőségük. Gosztola az egyik leggazdagabb települése Magyarországnak, mely megduplázta a népességét az elmúlt évtizedben (Bajmócy – Balogh 2014).

Az egyik kihalás közeli falvakkal legsűrűbben megült területen – a Kelet-Mecsek és a Völgyesség térségében – a már említett Zsibriken kívül van néhány aprófal, melyek jövője pozitív irányba mutat. A haldokló aprófalvak megmaradásának záloga lehet a kedvező földrajzi elhelyezkedés, a jó közlekedési viszonyok. Ilyen például a jelentős átmenő forgalommal rendelkező Bonyhád-Bátaszékkal összekötő útvonalon fekvő Palatinca, vagy a Bonyhád-Dombóvár útvonalán fekvő Kisvejke. Jelentős népességmegtartó ereje van a környékbeli munkalehetőségeknek, mint például a Tolna megyei Nagyvejke esetében ahol a legfőbb munkahelynek a térség mezőgazdasági termőterületei bizonyulnak (főként a gyümölcsstermesztés). Meghatározhatja a kisfalvak jövőjét a helyi településvezetési politika. Példaként említhető a Baranya megyei Lovászhetyén, ahol a helyi vezetés szegény családokat telepít a faluba a közmunkaprogram keretén belül felújított lakóházakba. Egyedi eset az elmúlt évtizedben 25 fővel gyarapodó, jelenleg 39 fős Baranya megyei Püspökszentlászló, ahová fiatal értelmiségi családok költöznek, a természet szépsége, az elszigeteltség pozitívumai és a biogazdálkodás megvalósítása érdekében. A megújulás és a fennmaradás egyik lehetőségeként pedig a turizmus és a természet értékek kihasználása kínálkozik, ahogyan ez a Kelet-Mecsek Tájvédelmi Körzetbe tartozó Óbányán is megvalósul a mindennapokban.

## Irodalom

- Andorka R. (2003): Bevezetés a szociológiába. Osiris Kiadó, Budapest. 662 p.
- Bajmócy P., Balogh A. (2002): Aprófalvas településállományunk differenciálódási folyamatai. – Földrajzi Értesítő 3-4. 385-405.
- Bajmócy P., Boros L. (2005): Az aprófalvak népesedése 1949-től napjainkig. – In. Csapó T. – Kocsis Zs., Lenner T. (szerk.): A településföldrajz helyzete és főbb kutatási irányai az ezredforduló után. I. Településföldrajzi Konferencia, Szombathely. pp. 61-79.
- Bajmócy P., Józsa K., Pócsi G. (2007): Szélsőséges aprófalvak. Aprófalvak a településlisták végein néhány társadalmi-gazdasági mutató alapján. In. Csapó T., Kocsis Zs. (szerk.): A kistelepülések helyzete és településföldrajza Magyarországon. III. Településföldrajzi Konferencia, Szombathely. 83-101.
- Bajmócy P., Dudás R., Hosszú Sz., Fekete Gy. (2012): Urbanizációs trendek rendszerváltozás utáni Magyarországon. In. Pál V. (szerk.): A társadalomföldrajz lokális és globális kérdései. Tiszteletkötet Dr. Mészáros Rezső professzor 70. születésnapja alkalmából. SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, Szeged. 95-110.
- Bajmócy P., Balogh A. (2014): Kihalás szélére sodródott falvak Magyarországon. – Településföldrajzi Tanulmányok. Szombathely. 2. 3-12.
- Bajmócy P., Makra Zs., Vasáros G. (2014): A közigazgatásilag önálló települések számának változása és a változások tipizálása Magyarországon. – Településföldrajzi Tanulmányok. Szombathely. 1. 36-49.
- Balogh A. (2006): Az aprófalvasodás folyamatának főbb jellemzői Magyarországon. – Földrajzi Közlemények 130. (54.) 1-2. 67-79.
- Balogh A. (2007): Az aprófalvas helyi társadalmak életkörülményei. – In. Szónokyné Ancsin G., Pál V., Karancsi Z. (szerk.): A határok kutatója: Tanulmánykötet Pál Ágnes tiszteletére. Magyarságkutató Tudományos Társulat, Szabadka-Szeged. 55-61.
- Balogh A. (2008): Az aprófalvas településállomány differenciálódási folyamatai Magyarországon. Savaria University Press, Szombathely. 105 p.
- Balogh A. (2014): A haza aprófalvasodás új irányai. – Földrajzi Közlemények 138. 2. 134-149.
- Bank K., Rudl J., Szentmarjay D. (2004): Falvak a rendszerváltás után a Dél-Dunántúlon. In. Csapó T., Kocsis Zs., Lenner T. (szerk.): A településföldrajz helyzete és főbb kutatási irányai az ezredforduló után. I. Településföldrajzi Konferencia, Szombathely. 80-89.
- Beluszky P., Sikos T. T. (1982): Magyarország falutípusai. MTA Földrajzi Kutató Intézet, Budapest. 167 p.
- Beluszky P., Sikos T. T. (2007): Változó falvaink. Magyarország falutípusai az ezredfordulón. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest. 459 p.
- Beluszky P. (1984): A kisfalvakról – településtudományi megközelítésben. In. Sükösd F. (szerk.): Az aprófalvak közéleté és ifjúsága. KISZ Baranya megyei Bizottsága, Pécs. 72-91.
- Beluszky P. (1999): Magyarország településföldrajza. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs. 584 p.
- Beluszky P. (2007): Új irányok a magyarországi falufejlődésben. In. Csapó T., Kocsis Zs. (szerk.): A kistelepülések helyzete és településföldrajza Magyarországon. III. Településföldrajzi Konferencia, Szombathely. 5-14.
- Dövényi Z. (2003): A településrendszer fejlődése és sajátosságai. In. Perczel Gy. (szerk.): Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. pp. 521-528.
- Enyedi Gy. (1980): Falvaink sorsa. Magvető Kiadó, Budapest. 185 p.
- Enyedi Gy. (1996): Regionális folyamatok Magyarországon. Hilscher Rezső Szociálpolitikai Egyesület, Budapest. 138 p.



- G. Fekete É. (2010): Az aprófalvak és a településhálózati integráció. In. Csapó T., Kocsis Zs. (szerk.): A településföldrajz aktuális kérdései. VI. Településföldrajzi Konferencia, Szombathely. 68-76.
- G. Fekete É. (2013): Az aprófalvak gazdasági megújulásának lehetőségei. In. Kovács K., Váradi M. M. (szerk.): Hátrányban vidéken. Argumentum Kiadó, Budapest. 352-363.
- Hajdú Z. (2001): Magyarország közigazgatási földrajza. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs. 334 p.
- Hajdú Z. (2005): Magyarország közigazgatási földrajza. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs. 332 p.
- Józsa K. (2012): Mitől sikeres egy aprófal ma Magyarországon? – In. Pál V. (szerk.): A társadalomföldrajz lokális és globális kérdései. Tiszteletkötet Dr. Mészáros Rezső professzor 70. születésnapja alkalmából. SZTE TTK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, Szeged. 208-219.
- Józsa K. (2013): Fejlődést segítő és hátráltató tényezők az aprófalvakban a helyi polgármesterek szemszögéből. – Településföldrajzi Tanulmányok. Szombathely. 2. 86-99.
- Józsa K. (2014): A magyarországi aprófalvak sikerességi tényezőinek vizsgálata. Doktori értekezés. Szeged. 167 p.
- Kovács K. (1990): Az urbanizáció alulnézetből. In. Tóth J. (szerk.): Tér-Idő-Társadalom. Huszonegy tanulmány Enyedi Györgynek. MTA RKK, Pécs. 272-303.
- Körmendi K. (1976): Falvaink típusai. In. Kulcsár V. (szerk.): A változó falu. Gondolat Kiadó, Budapest. 91-120.
- Sikos T. T. (1990): A lakossági infrastruktúra problematikája az aprófalvas térségekben. In. Tóth J. (szerk.): Tér-Idő-Társadalom. Huszonegy tanulmány Enyedi Györgynek. MTA RKK, Pécs. 304-315.
- Slachta K. (2009): A központosított településpolitikai intézkedések eredménye: Gyűrűfű elnéptelenedésének okai. – Modern Geográfia 3. pp. 1-&.
- Timár J. (2006): Városiasodás és szuburbanizáció. In. Török J. (szerk.): Tér, társadalom, kultúra. VII. Közművelődési Nyári Egyetem, Szeged. 60-66.
- Tóth J. (1996): Településrendszer fejlődése. In. Perczel Gy. (szerk.): Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza. Egyetemi Tankönyv, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 539-596.

# AZ ÉLETMINŐSÉG TERÜLETI KÜLÖNBSÉGEINEK NÉHÁNY MÉRÉSI LEHETŐSÉGE

*Boros Lajos – Sági Mirjam*

## 1. Bevezetés

A területi fejlettségi illetve életminőségbeli különbségek mérsékléshez kulcsfontosságú, hogy minél pontosabb képpel rendelkezünk arról, egy-egy térség milyen dimenziókban mutat lemaradást az átlaghoz, vagy a legjobban teljesítő területekhez képest – hiszen a beavatkozások csak ez alapján tervezhetőek meg. A tanulmány célja, hogy bemutassa ennek egy lehetséges eszközét, a több országban is használt deprivációs indexet, amely a társadalomtól való lemaradás mérésére használatos. Ennek érdekében röviden áttekintjük a szegénység egyfajta szinonimájaként is értelmezhető depriváció fogalmát, illetve az életminőség térbeli különbségeinek néhány vizsgálati módját is, majd részletesebben tárgyaljuk a deprivációs indexhez kapcsolódó kérdéseket.

## 2. Fogalmi kérdések: a depriváció értelmezése

A társadalmi különbségek fogalmi kereteiként több fogalmat (depriváció, szegénység, hátrányos helyzet stb.) is használnak a társadalomtudományok, amelyek jelentése nem teljesen egyezik. Vizsgálatunkban a szegénység fogalmának nehezen értelmezhetősége és többféle jelentéstartalma miatt használjuk a depriváció fogalmát. A szegénység ugyanis nehezen meghatározható, sokféle értelemben és többféle megközelítés alapján felfogható, illetve értelmezhető kifejezés. Általában a hagyományos értelemben vett hátrányos helyzet megnevezésére használják, mint például az alacsony jövedelem és a hozzá kapcsolódó hátrányok. Különbséget kell tennünk azonban a relatív és az abszolút – létminimum alatti – szegénység között. A szegénység létminimum-számításon alapuló meghatározása több szempontból is kétséges, különösen akkor, ha mérceként egy bizonyos jövedelemszintet használunk. A relatív szegénység meghatározása szintén összetett problémákat vet fel. Megint csak többnyire a jövedelmet használják mércéül, csak hogy ez nem fejezi ki az emberek tényleges igényeinek sokféleségét. A szegénység különféle meghatározásai más-más módszertant jelentenek, így eltérő adatokat kapunk a szegények számáról, arányáról a társadalomban (Ferge et al. 1980, Andorka 2006).

A depriváció kifejezés nem csupán szinonimája a szegénységnek, bár gyakorta ilyen értelemben használják; nem csak az anyagi javaktól való megfosztottságot jelöli, hanem a döntéshozatalból, a hatalomból való kizártságot, a gyenge, vagy nem létező érdekérvényesítő képességet is. Szó szerint „valamitől való megfosztottságot” jelent, olyan helyzetet, amelyben az egyén vagy egy csoport nélkülöz valamit, ami a nagy többségnek rendelkezésére áll (Ferge et al. 1980, Andorka 2006). A tanulmányban (és általában a társadalomtudományokban) a hátrányos helyzet szinonimájaként használjuk,



a relatív lemaradás kifejezésére. Éppen ez a többszörös jelentéstartalom az, amely miatt a depriváció hasznos eszköze az életminőség kutatásának. Úgy véljük, hogy az anyagi források birtoklása alapján történő vizsgálat, bár számos esetben kiváló értelmezési keretet jelent, számunkra összességében túl szűk. A depriváció értelmezhető abszolút értelemben (valamiféle küszöbértékhez viszonyítva), relatív módon (valamely középtértekhez vagy a társadalom többségéhez képest), illetve értelmezhető szubjektív kategóriaként (ez esetben a depriváltság érzése a meghatározó) (Ferge et. al. 1980).

A relatív depriváció fogalmát, szembeállítva az abszolút vagy objektív deprivációval Runciman vezette be; szerinte a relatív depriváció, mint szubjektív mutató, az egyén frusztrációját fejezi ki, amelyet a másokkal való összehasonlítás vált ki. Álláspontja szerint az emberek elsősorban nem az abszolút értelemben vett életkörülményeik miatt érzik magukat hátrányos helyzetben, hanem azért, mert valamilyen vonatkoztatási csoporthoz képest rosszabb helyzetben vannak (Runciman 1966, Silber – Verme 2012).

A depriváció és az anyagi nélkülözés, a szegénység természetesen szorosan összetartozó fogalmak. Townsend (1986) szerint lehetséges, hogy valaki lehet deprivált helyzetben úgy is, hogy a jövedelme nem számít alacsonynak, ugyanakkor azok, akik többszörösen depriváltak, vagy csak egy dimenzióban, de ott rendkívül súlyosan, azok szinte minden esetben alacsony jövedelemmel rendelkeznek.

Különböző, életminőséggel kapcsolatos kutatások rámutatnak a depriváció kapcsán a baráti és rokoni kapcsolatok fontosságára (Albert – Dávid 1998, Utasi 2002, 2006, Varga 2006). Egyes szerzők kiemelik a szeretetkapcsolatok jelentőségét: a gyerekkorban kapott szeretet, a partnerkapcsolatokat, az azokkal való elégedettséget, emellett a baráti és családi kötelékekből szárazó biztonság és szeretet több elemzésben is fontos szereppel bír (Földvári 2006, Kovács 2006). Bár az alapszükségletek miatt a pénz valamennyire mindenkinek fontos, ugyanakkor nagy különbségek vannak az anyagi javak jelentőségének megítélésében (Fekete 2006).

### 3. A depriváció mérhetőségének kérdései

A területi fejlettségi és életminőségbeli különbségek számszerűsítésére, mérésére több kísérlet történt, mivel a beavatkozások megtervezéséhez lényeges, hogy az alacsonyabb térségi szintek összehasonlíthatóak legyenek, és meghatározható legyen hátrányos helyzetük mértéke. A területi összehasonlítás szükségessége miatt több, gyakran használt egyenlőtlenségi mutató nem használható: így például a legfelső és legalsó jövedelmi decilisek összehasonlítása értelmezhetetlen a városrészekre, kistérségekre vagy régiókra.

Ugyanakkor a jövedelem-eloszlás területi egyenlőtlenségére gyakran használják a Gini-együtthatót, amely egy szóródási típusú egyenlőtlenségi mutató; a népességi arány és a jövedelmi arány viszonyát méri. Értéke a jövedelmek teljes egyenlősége esetén nullával egyenlő, a teljes egyenlőtlenség (amikor minden jövedelem egy kézben összpontosul) esetén pedig egy az értéke (Németh 2005). Mivel azonban – mint azt korábban is hangsúlyoztuk – a depriváció többdimenziós fogalom, amely egyaránt tartalmaz egészségügyi, jóléti hátrányokat, és emellett jellemzi a társadalmi integráció

hiánya, ezért a mutatók is jellegzetesen több tényező bevonásával készülnek. Az EU-ban 2001 óta az ún. laekeni indikátorokat használják a társadalmi kirekesztődés vizsgálatára, amelyek a következő négy dimenziót vizsgálják: jövedelmi szegénység, foglalkoztatottság, egészség és oktatás. Az egyes dimenziókban jellemzően regionális és nemek szerint bontásban történnek az elemzések. Az elemzést kisebb területi egységekre is lehetséges végezni, de döntően össztársadalmi elemzések és nemzetközi összehasonlítások készítésére szokták használni (European Commission, 2006).

A kisebb területi egységek, városrészek összehasonlítását teszi lehetővé a disszimilitási index, amely két társadalmi csoport térbeli elkülönülését méri. (A mutató a területi egyenlőtlenségeket mérő Hoover-index speciális változata.) Ha a csoportok egyben homogének jövedelmi vagy életminőségbeni szempontból, akkor a mutató alkalmas ezek különbségeinek mérésére is. Értéke 0 és 100% között lehet; utóbbi esetben a két csoport egyáltalán nem keveredik egymással. Az index értéke azt mutatja meg, hogy a népesség hány %-ának kellene lakhelyet váltania a teljesen homogén térbeli eloszlás (0%-os disszimilitási index) eléréséhez. (Duncan – Duncan 1973, Németh 2005). Szintén alkalmas a kisebb területi egységek összehasonlítására a brit kormányzat által használt a deprivációs index (Deprivation Index – DI), illetve a többszörös deprivációs index (Index of Multiple Deprivation – IMD), amelyeket a területi tervezésben alkalmaznak. Ez utóbbi hét dimenziót tartalmaz: jövedelem, foglalkoztatottság, egészségügy és fogyatékoság, képzettség és iskolázottság, földrajzi elérhetőség, szociális környezet, lakáshelyzet, biztonság. Az egyes dimenziók további aldimenziókra is oszthatók, például a lakáshelyzet a „belső” (a lakás komfortfokozata) és „külső” lakáshellyel (lakókörnyezet) is mérhető. Minden dimenzió és aldimenzió több mutatót tartalmaz (The English Indices of Deprivation 2004, Nemes Nagy 2005, Agarwal – Brunt 2006). A dimenziók és a hozzájuk tartozó változók kiválasztása után valamilyen adattömörítési eljárást szoktak alkalmazni a deprivációs indexek megalkotásához – leggyakrabban faktor- illetve főkomponens-elemzést (Fahey 2005, Whelan et al. 2005).

Deprivációs indexet egyébként már Townsend is használt az objektív-relatív depriváció vizsgálatára, amellyel sikeresen megoldotta a bonyolult fogalom operacionalizálását, és vizsgálatában igazolta is annak használhatóságát (Bokor 1987). Azonban sem ő, sem a hazai vizsgálatokban deprivációs indexeket készítő nem területi összehasonlítás céljából készítettek összevont mutatókat, hanem a társadalom rétegződésének vizsgálatára. Így elemzési egységeik az egyének vagy családok voltak. A hazai kutatók az 1980-as években használtak deprivációs indexeket a rétegződés-modell vizsgálat során. Az elemzés előtt meghatározott dimenziókat tovább finomítva faktorelemzés segítségével határozták meg az egyes összevont mutatókat az elemzésben felhasznált 95 változóból. Elemzésükben minden esetben relatív mutatókat használtak, mégpedig oly módon, hogy a minta megoszlása alapján meghatározták a társadalmilag kívánatosnak tekintett szintet, és akik e szint alatt helyezkedtek el a mintában, azokat depriváltaként kezelték (azaz dummy változókat képeztek a mutatókból). A társadalmi munkamegosztásban betöltött eltérő szerepek miatt egyféle index nem volt elegendő a depriváltság átfogó vizsgálatához, hiszen például ugyanaz az érdekérvényesítő képesség



depriváltságot és átlagos (netán privilegizált) helyzetet is tükrözhet attól függően, hogy aktív vagy nem aktív keresőről van szó. A mutató készítése során az egyes változókat kétértékűvé alakították: a társadalmilag „normálisnak”, átlagosnak tekintett érték minden esetben kettes értéket kapott. Ha a vizsgált jelenség esetében az eltérő helyzet előnyt jelentett hármast kapott, ha hátrányt, akkor egyest – azaz az egyes csoportokon belüli különbséget figyelmen kívül hagyták (Bokor 1988).

Spéder (2001) Bradshaw és Halleröd módszere alapján, a townsendi koncepciót követve alakította az általa arányosított deprivációs indexnek nevezett mutatót. Az általa használt módszer sajátossága, hogy a lakossági vélemények alapján súlyozta az egyes mutatókat, ezzel érzékeltetve az életminőség összetevőinek eltérő jelentőségét. Ehhez kapcsolódóan alapfeltevésük volt, hogy azok, akik nem rendelkeznek azokkal a javakkal és erőforrásokkal, amelyeket a többség elengedhetetlennek tart a „tűrhető életkörülmények biztosításához, stigmatizálódnak, és a kirekesztődés felé sodródnak. Mivel vizsgálatuk egy nemzetközi kutatás keretében készült, az is kiderült, hogy országonként igen eltérőek az alapvetően fontosnak tekintett erőforrások, illetve hogy Magyarországon viszonylag kevés ilyen életkörülményt jelölt meg egybehangzóan a válaszadók nagy része. (De eltérések adódnak az egyes korosztályok vagy jövedelmi csoportok igény szintje között is). Az egyes életminőség-mutatók súlya attól függött az indexben, hogy a válaszadók mekkora hányada tartotta azt lényegesnek. Ebből következik, hogy ha valaki az alapvetően fontosnak tartott napi meleg ételt kénytelen nélkülözni, nagyobb mértékben nő rá vonatkozó deprivációs index, mintha bár szeretné, de nem rendelkezik mosogatógéppel. A vizsgálat alapján arra a következtetésre jutottak, hogy hazánkban gyakorlatilag alig van olyan lakos, aki 0 deprivációs index értékkel rendelkezik – az index legkisebb értéke ugyanis 0 lehetett, ebben az esetben minden olyan körülmény, erőforrás a megkérdozett rendelkezésére állt, amelyre vonatkozó indikátor az összevont mutató részét képezte. Azt is kimutatták, hogy van ugyan kapcsolat a depriváltság és a jövedelem között, de az a vártnál gyengébb, így az alacsony jövedelműek és a depriváltak csoportja természetesen nem egyezik meg.

A deprivációs indexeket az orvostudományi, orvosföldrajzi kutatásokban is felhasználják az egyes betegségek, veszélyfaktorok társadalmi és területi vizsgálata során (Nagy 2013, Pál 2010, Schuurman et al 2007).

A fentebb bemutatott módszerek közül a deprivációs index tűnik a leginkább alkalmasnak a depriváltság mérésére, mivel tetszőlegesen sok, akár kis területű egységek összehasonlítására is alkalmas, és sok változó vonható be a vizsgálatba. Az összevont mutatók jelentősége abban rejlik, hogy megmutatja a többszörösen hátrányos helyzetű területeket, amely a központi beavatkozás célterületei lehetnek. Bár a hazai kutatásokban még nem használták területi összehasonlításra (csak településtípus szerinti elemzéseket végeztek), a feldolgozott külföldi irodalom alapján egyértelműen használható az életminőség térbeli vizsgálatára is. A mutatók kialakítása alapvetően három filozófia mentén történhet: a depriváció okaira koncentrálva olyan mutatókat bevonva, amelyek a hátrányos helyzetet létrehozó lehetséges okokat mérik; a következményekre koncentrálva a problémákat mérő mutatókat bevonva; illetve a két előző módszert összevonva, egy holisztikus megközelítés alapján (Fahey 2003).



Emellett lehetséges az objektív és szubjektív (relatív) depriváció mérése is – a kettő összevonása egy indexbe azonban a két fogalom eltérő jelentése miatt nem szerencsés. A kétféle depriváció egy mérésbe vonása azonban történhet olyan módon, hogy a kiválasztott objektív mutatókat bővítjük megfigyelések és interjúk tapasztalatai alapján. Az így kapott mutatólista elemeit strukturált interjúk segítségével egy Likert-skálán elhelyezve csak azokat tartjuk meg a vizsgálatban, amelyek a vizsgált sokaság tagjai szerint valóban lényegesek a depriváltság érzése szempontjából, és a mutatókat a relatív fontosságuk alapján súlyozzuk (Eroglu 2006).

A különböző elemzések tanulságai azt mutatják, hogy a deprivációs index számításánál több módszertani probléma is felmerülhet. A depriváció több formája nehezen értelmezhető egy összevont mutatóban. A különböző településtípusokon más-más mutatók alkalmasak a depriváció mérésére, ami megnehezíti az összehasonlítást közöttük. A mutatók csak a jelenlegi helyzetre értelmezhetők, és nem szabad őket a potenciális deprivációs területek meghatározására használni. A méréshez kis területi egységekre vonatkozó részletes adatsorokra van szükség, így ehhez az igényhez alkalmazkodnia kell a statisztikai adatgyűjtés rendszerének is, saját adatgyűjtés esetén pedig területileg reprezentatív adatfelvételt kell végezni (Whelan et al. 2005, Agarwal – Brunt 2006, Eroglu 2006).

A deprivációs index számításánál az is problémát jelent, hogy nehéz olyan változókat találni, amelyek megfelelően reprezentálják a depriváció többdimenziós jellegét, és ugyanolyan (lehetőleg magas, azaz intervallum vagy arány) mérési szinten vannak. Gyakori, hogy az intervallum jellegű adatok mellett olyan mutatóink is vannak, amelyek ordinális szintűek. A többváltozós statisztikák esetén ez módszertani problémát vet fel, pl. nincs értelme a kategória átlagát kiszámolni (vagy csak korlátozottan értelmezhető az átlagérték) (Freedman et al. 2005). Például a lakókörnyezet mérhető azzal, hogy beépítettségére milyen jellegű területről van szó. Az egyes kategóriák ugyan sorrendbe rendezhetők komfortfokozat, presztízs vagy lakásjelleg alapján, ám ordinális változóról lévén szó, az egyes kategóriák sorrendiségén túl nem rendelkezünk információval arról, hogy a kategóriák között mekkora a különbség. Emiatt, ha ordinális jellegű változót vonunk be az index készítésébe, azt úgy kell értelmeznünk, hogy a kategóriák közötti különbség egyforma.

A depriváció többféle értelmezéséből adódik egy másik módszertani probléma: hogyan mérhető a nélkülözés mértéke? Mihez, milyen értékhez viszonyítsunk a depriváltságnál, és hogyan számszerűsítsük ezeket? További probléma, hogy az egyes mutatók az összevonás során egyenértékűek – márpedig egyértelmű, hogy a valóságban eltérő mértékben határozzák meg mind az objektív, mind a szubjektív hátrányos helyzetet. A kettős megkülönböztetés alatt most azt értjük, hogy az objektív depriváció esetében valamilyen előre meghatározott standard értékhez viszonyítjuk az adatainkat, a szubjektív depriváció esetében pedig az egyének önértékelése a depriváltság alapja. Ugyanakkor álláspontunk szerint az objektívnek tartott standardok egyáltalán nem objektívek: meghatározásuk nagyon is szubjektív módon történik. Emiatt – mint azt Spéder vizsgálatában is láthattuk – gyakran súlyozzák a mutatókat, itt azonban újabb módszertani probléma merül fel: mekkora súlyokkal dolgozzunk a különböző változók



esetében? (Whelan et al. 2005, Eroglu 2006, Bossert – D’Ambrosio 2007), „honnan vegyük” a súlyokat; szakértői becslésből, valamilyen fogyasztási statisztika felhasználásával, a vizsgált populáció tagjainak véleményére építve határozzuk meg az egyes mutatók jelentőségét?

A fentebb felvetett problémákat mindenképp érdemes figyelembe venni az életminőségbeli, fejlettségbeli különbségek vizsgálatakor, illetve az eredmények értelmezésekor, illetve azt is figyelembe kell venni, hogy a statisztikai vizsgálatok csupán a valóság egy nézőpontját mutatják meg, de nem azonosak magával a társadalmi valósággal. Azaz nem szabad a kialakított mutatókat „mindenhatóként” kezelnünk.

#### 4. Összegzés

Tanulmányunkban röviden áttekintettük az életminőség térbeliségére alkalmas statisztikai módszereket, külön kiemelve a deprivációs indexet, amelyet eddig többnyire térbeli tartalom nélkül, elsősorban a társadalom nagy csoportjainak összehasonlítására alkalmaztak a hazai kutatók. Az indexek azonban alkalmasak a területi összehasonlításra is, és több dimenziós jellegük révén komplex képet kaphatunk arról, hogy mely területeken teljesít egy térség jobban vagy rosszabbul – így hozzájárulhatnak a megalapozottabb szakpolitikák kialakításához. A több vizsgálati szempont bevonása azért is előny, mert csökken annak az esélye, hogy egy-egy reprezentatívnak tekintett mutató alapján határozzuk meg a fejlettségi különbségeket – ami sok esetben félrevezető lehet. Emellett – megfelelő adatok rendelkezésre állása esetén – a deprivációs index különböző földrajzi léptékek közötti összehasonlításra is.

Mivel az indexek számíthatók statisztikai adatok és kérdőíves vizsgálatok eredményei alapján is, így az „objektív” és „szubjektív” lemaradás mérésére is alkalmasak lehetnek. A fentiek alapján úgy véljük, hogy a jövőben örömdetes lenne, ha a területi tervezésben nagyobb mértékben használnák a deprivációs indexeket.

#### Felhasznált irodalom

- Agarwal S., Brunt P. (2006): Social exclusion and English seaside resorts. *Tourism Management* 27 (4), 654-670.
- Albert F., Dávid B.(2001): *A hajléktalanság az emberi kapcsolatok szemszögéből*. F020534 számú OTKA program, doktori disszertáció.
- Andorka R. (2006): *Bevezetés a szociológiába*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Bokor Á. (1987): *Szegénység a mai Magyarországon*. Magvető Kiadó, Budapest.
- Bokor Á. (1988): Státusz- és rétegszerkezet „alulnézetből” In: Kolosi T. et al.: *Egyenlőtlen helyzetek*. Kossuth Kiadó, Budapest, 122-148.
- Bossert W., D’Ambrosio C. (2007): Dynamic measures of individual deprivation. *Social Choice Welfare* 28 (1), pp. 77-88.
- Castelli A., Jacobs R., Goddard M. Smith P. C. (2013): Health, policy and geography: Insights from a multi-level modelling approach. *Social Science & Medicine* 92, 61–73.
- Duncan O.D., Duncan B. (1973): Lakóhelyi szegregáció és foglalkozási rétegződés. In: Szelényi I. szerk.: *Városszociológia*. Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest, 182-202.

- Eroglu S. (2007): Developing an index of deprivation which integrates objective and subjective dimensions: extending the work of Townsend, Mack and Lansley, and Halleröd. *Social Indicators Research* 80 (3), 493-510.
- European Commission (2006): *Portfolio of overarching indicators and streamlined social inclusion, pensions, and health portfolios*. European Commission, Brussels, 2006
- Fahey T. (2005): Urban spatial segregation and social inequality: a note on the potential for comparative European research. In: Whelan, C.T. (ed): *EU research on social sciences and humanities*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 231-243.
- Fekete Zs. (2006): A pénz nem boldogít? In: Utasi Á. (szerk.): *A szubjektív életminőség forrásai*. MTA PTI, Budapest, 53-74.
- Ferge Zs., Gara J., Horváth Á., Szalai J. (1980): A szegénységgel és a többoldalúan hátrányos helyzettel kapcsolatos mai nyugati nézetek. *Valóság* 2, 15-29.
- Freedman, D., Pisani, R., Purves, R. (2005): *Statisztika*. Typotex Kiadó, Budapest
- Földvári Á. (2006): A partnerkapcsolatok hatása a szubjektív életminőségre. In: Utasi Á. (szerk.): *A szubjektív életminőség forrásai*. MTA PTI, Budapest, 143-156.
- Kovács A. (2006): A családi kapcsolatok hatása a szubjektív életminőségre. In: Utasi Á. szerk.: *A szubjektív életminőség forrásai*. MTA PTI, Budapest, 157-168.
- Nagy Gy. (2013): A környezeti igazságtalanság fogalma és mérési lehetőségei. In: Balogh R., Schmidt P. (szerk.): *A földtudományi kutatások új aspektusai: tanítványok és mestereik a Kárpát-medence földtudományi kutatásában*. Geographia Pannonica Nova 17. Publikon Kiadó, Pécs, 164-176.
- Nemes Nagy J. (2005): Összetett jelenségek, osztályozás, regionalizálás. In: Nemes Nagy J. (szerk.): *Regionális elemzési módszerek*. ELTE Regionális Földrajzi Tanszék – MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest, 169-186.
- Németh N. (2005): Területi megoszlások eltérését mutató indexek. In: Nemes Nagy J. (szerk.): *Regionális elemzési módszerek*. ELTE Regionális Földrajzi Tanszék – MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest, 111-117.
- Pál V. (2010): Egészségföldrajz. In: Tóth J. (szerk.): *Világföldrajz*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 597-618.
- Runciman W.G. (1966): *Relative Deprivation and Social Justice: A Study of Attitudes to Social Inequality in Twentieth-Century England*. University of California Press, Berkeley.
- Schuurman N., Bell N., Dunn J. R., Oliver L. (2007): Deprivation Indices, Population Health and Geography: An Evaluation of the Spatial Effectiveness of Indices at Multiple Scales. *Journal of Urban Health* 84 (4), 591-603.
- Silber J., Verme P. (2012): Relative deprivation, reference groups and the assessment of standard of living. *Economic Systems*, 36 (1), 31-45.
- Spéder Zs. (2001): Szegénységi standardok, gyermekspecifikus depriváció, jóléti diszparitások. In: Spéder Zs., Monostori J. (szerk.): *Mozaikok a gyermekszegénységről*. KSH Népeségtudományi Kutatóintézet, Budapest, 10-34.
- Townsend P. (1987): Deprivation. *Journal of Social Policy* 16 (2), 125-146.
- Utasi Á. (2002): *A bizalom hálójá*. Új Mandátum kiadó, Budapest.
- Utasi Á. (2006): A minőségi élet feltételei és forrásai. In: Utasi Á. (szerk.): *A szubjektív életminőség forrásai*. MTA PTI, Budapest, 13-50.
- Varga A. (2006): A diplomások munkával való elégedettségének néhány kérdéséről. In: Utasi Á. (szerk.): *A szubjektív életminőség forrásai*. MTA PTI, Budapest, 75-96.
- Whelan, C.T., Layte, R., Maître, B. (2005): Social exclusion and multiple deprivation. In: Whelan, C.T. (ed): *EU research on social sciences and humanities*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 199-205.

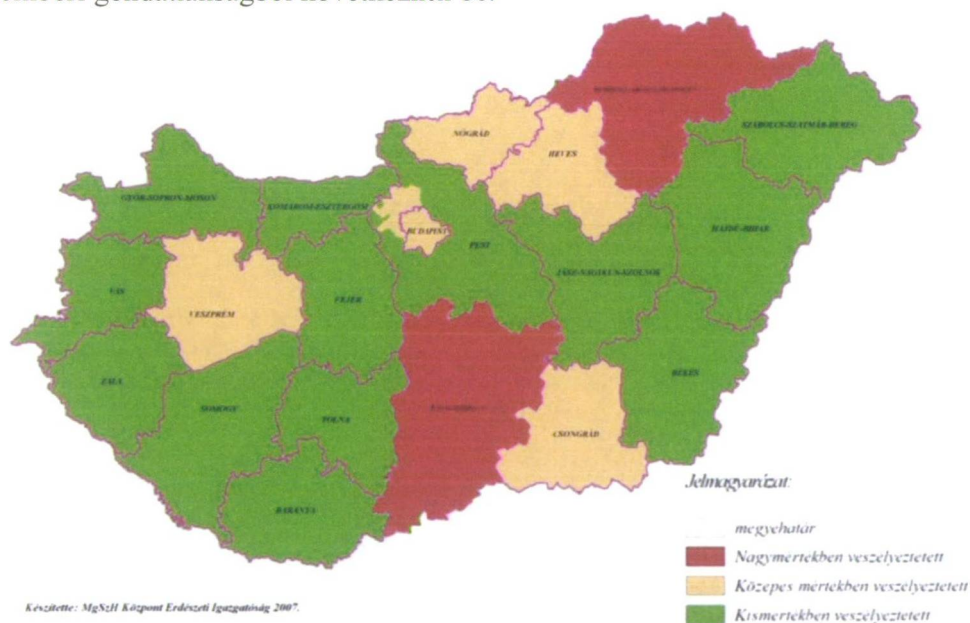


# LÉGIFELVÉTELEZÉSEL TÁMOGATOTT KÖRNYEZETI MONITORING. ESETTANULMÁNY A LEÉGETT BUGACI ŐSBORÓKÁS TERÜLETÉN

Tobak Zsolt – Szatmári József

## 1. Bevezetés, célok

A magyarországi erdőtüzek az év két kiemelt időszakában jelentenek veszélyt. A február és április közötti csapadégmentes hónapokban elsősorban a hó olvadását követően meginduló mezőgazdasági munkákhoz kapcsolódnak a tüzesetek (rét és tarlóégetés). Ezek jellemzően az új telepítésekben okoznak nagyobb károkat, az idősebb fákból álló vegetációk kevésbé veszélyeztetettek [1]. Júniustól szeptemberig a nyári meleg, aszályos hónapokban a lombos és tűlevelű erdők kiszáradt avartakarója a potenciális veszélyforrás. Ezek a tüzek főleg az Alföldön, Bács-Kiskun és Csongrád megye szárazabb területein pusztítanak (1. ábra). A tüzesetek mindkét időszakban 99%-ban emberi gondatlanságból következnek be.



1. ábra. Magyarország megyéinek erdőtűz-veszélyességi besorolása (Forrás: [1])

Az utóbbi évtizedekben megfigyelhető megnövekedett erdőtűz gyakoriság okait elsősorban a szélsőségesebb éghajlatban (kevesebb csapadék, magasabb átlaghőmérséklet, hótakaró nélküli telek) kereshetjük, ami végső soron az avarszint jelentős kiszáradásához vezet.

A bugaci ősbörökás területén 2012. április 29-én kipattant tűz a május 5-én érkező esővel aludt ki teljesen [2]. Füstje a műholdfelvételek tanúsága szerint (2. ábra) a D-DK irányú széllel egészen a főváros pereméig eljutott [3]. A fák odvaiban napokig parázsló tűz, a rossz talajviszonyok és a feltámadó szél mind nehezítették az oltási munkálatokat. A tűz május 1-én a délutáni órákig többször fellobbant. A kiemelt riasztású tűzben a védett terület több mint ötödrésze égett le (3. ábra). A vegetáció mellett az állatvilág is károsodott, pl. védett hüllők és madárfajok fészekaljai pusztultak el.



2. ábra. A 2012-es bugaci erdőtűz füstjének terjedése műholdképen (Forrás: [3])



3. ábra. A leégett terület részlete az elpusztult pihenővel és kilátóval 2014 telén (a szerzők felvétele)

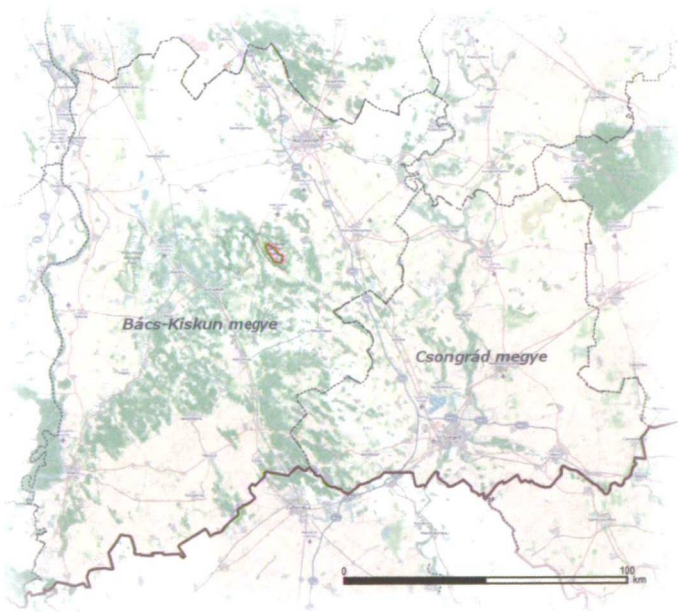


Az elpusztult vegetáció helyreállítására az állam új munkaerő bevonásával járult hozzá, akik a romok eltakarításában, friss telepítések létrehozásában és a károsodott területen agresszíven terjedő invazív fajok irtásában is segítették a nemzeti parkot [4].

Munkák célja, hogy a távérzékelés kínálta eszköztárat – adatgyűjtési, adatfeldolgozási és kiértékelési módszereket (Szatmári et al. 2014) – felhasználva támogatást nyújtsunk a nemzeti park szakembereinek a károk hatékony és pontos felméréséhez, illetve az erre alapozott helyreállítási munkák megtervezéséhez és kivitelezéséhez.

## 2. Vizsgálati terület

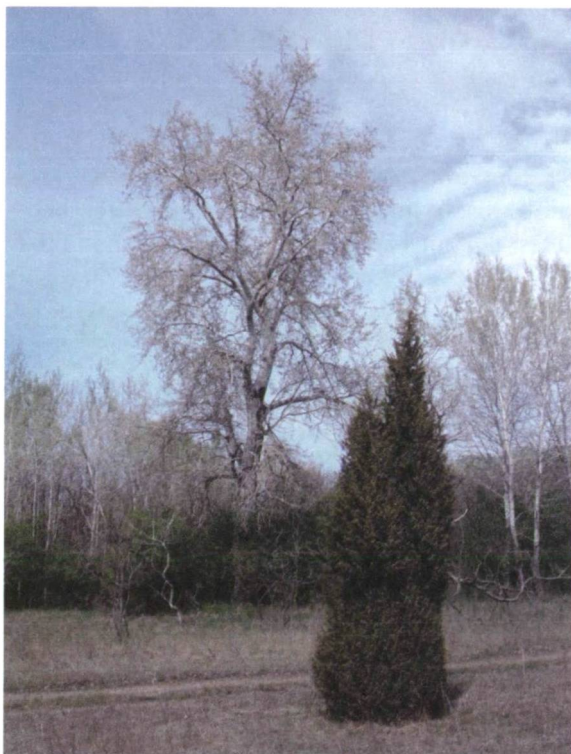
A vizsgált terület a Kiskunsági Homokhátságon, a Duna-Tisza-közén helyezkedik el (4. ábra). A Kiskunsági Nemzeti Park (KNP) VI. számú védett egységének része, Bugac településtől kb. 7 km-re nyugatra található. A felszín meghatározó jegyei a homokbuckák, közülük a kifli-alakú garmadák a legelterjedtebbek, melyek mintegy 4 km hosszan követik egymást és 12-18 méter magasságot is elérhetnek a területen. A homok és lösz nagy részét az Ős-Duna által szállított hordaléka adja, melyet a pleisztocén és a holocén folyamán az északnyugati szelek rendeztek buckasorokba. A holocén időszak elején a formák teljesen megkötődtek, majd a boreális fázisban a szél hatására újra mozogni kezdtek (Borsy 1989). A buckasorok között szikes tavak jöttek létre (Temesi 1986).



4. ábra. A mintaterület elhelyezkedése

A terület jellemző társulása az *évelő nyílt homokpuszta* gyp. A borítottság nagyjából 50%-os, diverzitása a tavaszi és az őszi aspektusban a legnagyobb, nyaranta a társulás általában kiszárad. Természetvédelmileg igen jelentős asszociáció (Facsar

1996), itt található meg a legtöbb hazai endemikus légyszárú faj (pl. magyar vagy homoki csenkesz (*Festuca vaginata*), árvalányhaj fajok (*Stipa sp.*)). A buckák tetején, déli oldalán és a meredek területeken a természetes többszintű növénytakarót borókás-nyárasok (*Feszuacetum vaginatae juniperetosum*) alkotják (5. ábra). A lombkorona szintben a fehér nyár (*Populus alba*) és ritkábban a szürke nyár (*Populus canescens*), a cserjeszintben a közönséges boróka (*Juniperus communis*) mellett ligetszerűen megjelenik a galagonya (*Crataegus monogyna*) és a kökény (*Prunus spinosa*) is. A gyepszintben ritka orchidea fajokkal találkozhatunk: piros madársisak (*Cephalonthera rubra*), vörösbarna (*Epipactis atrorubens*) és bugaci nőszőfű (*Epipactis bagacensis*) (Borhidi 2003). A deflációnak kevésbé kitett buckaoldalakon, illetve a völgyekben a már teljesen záródó lombkoronaszintbe kocsányos tölgy (*Quercus robur*) is elegyedik (Tóth 1975).



5. ábra. Boróka, háttérében idős fehér nyár (a szerzők felvétele)

### 3. Módszerek

#### 3.1. Légifelvételzés

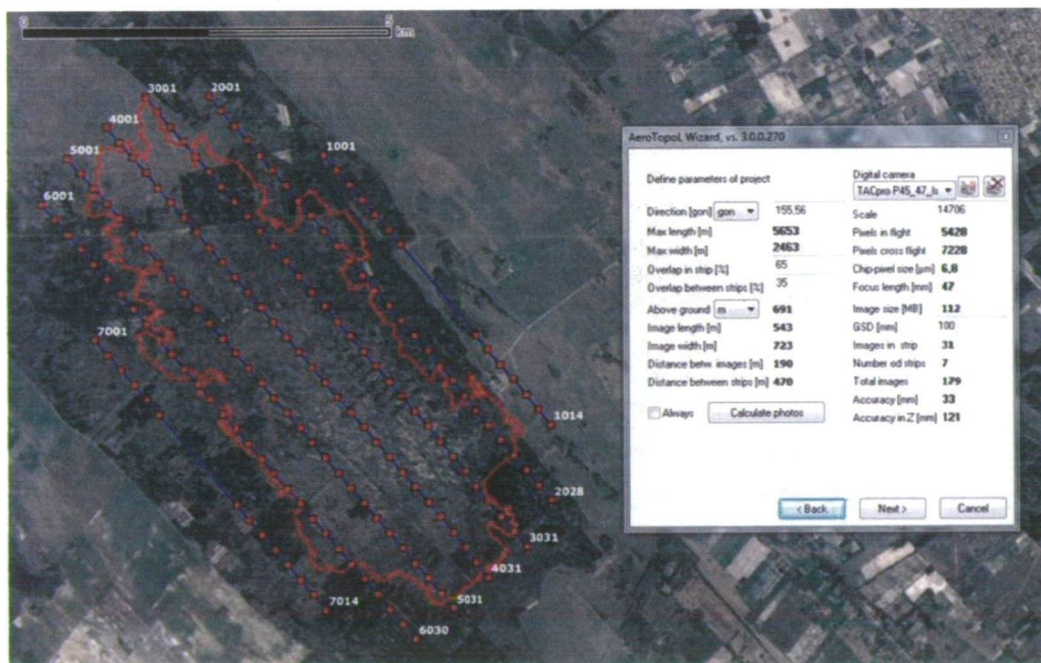
Az adatgyűjtés távérzékeléses módszerrel, egy Cessna-172 típusú kisrepülőre szerelt nagyfelbontású légifelvételző rendszerrel történt (Tobak et al. 2008). A mielőbbi kárfelmérés érdekében az tűz után 1 hónappal (2012. június 7-én), a



regenerálódás és az invazív fajok terjedésének monitorozására pedig 1 évvel később (2013. július 1-én) került sor az érintett terület lerepülésére. Mindkét esetben azonos rendszert és munkafolyamatot alkalmaztunk.

A felvételező rendszer központi eleme egy Trimble Aerial Camera, ami 39 MP-es PhaseOne P45+ hátfalból, cserélhető 47 mm-es RGB és színes-infravörös (CIR) objektívból és különféle vezérlő egységekből épül fel. Ezt megfelelő tápellátás és a pontos navigációt biztosító GPS eszközök, illetve hordozható számítógép egészíti ki. A rendszer szoftver komponense (AeroTopoL) a tervezési és navigációs fázisokat egyaránt támogatja (Tobak 2013).

A felvételezést megelőzően pontos repülési tervet készítettünk, melynek során a KNP által megadott területhatár alapján létrejött a repülési sorok és képközéppontok geometriai állománya. Ez a navigáció és a pozíció alapú képkészítés alapvető követelménye. Az egymást követő felvételek 60-70%-os bázis irányú, a szomszédos sorok 20-30%-os haránt irányú átfedésben voltak egymással, így biztosítva a terület hézagmentes lefedését, illetve a térbeli kiértékelést (pl. magasságmérést). További fontos paraméter a felvételezés kívánt terepi felbontása (GSD), mely esetünkben 20 cm (2012-es felvételezés), illetve 10 cm (2013-as felvételezés) volt. A felszín felett kb. 1400 méterről, valamint kb. 700 méterről így összesen 2012-ben 4 repülési sorban 58, 2013-ban pedig 7 repülési sorban 179 db légifelvételt készítettünk (6. ábra).



6. ábra. A 2013-as felvételezés repülési terve és főbb adatai

A repülést követően a nyers – navigációs és képi – adatok kinyerése következett. A tényleges nyomvonal és a képkészítési centrum koordináták ASCII formában nyerhetők ki, melyek megfelelő formátumba hozva közvetlenül térinformatikai rendszerbe integrálhatók. Így képenként 3 koordináta és – az elvi 3 közül – egyetlen elfordulási (kappa) szög érték (ún. külső tájékozási paraméterek) állt rendelkezésünkre. Ezek az információk a felvételek légi háromszögelésének kötelező bemenő adatait adják. A középpont koordináták EOVS rendszerben, az elfordulási szög fokban került rögzítésre.

### 3.2. Ortofotók előállítása

Az egyedi felvételekből Agisoft PhotoScan rendszerben megtörtént az ún. felvételi blokk összeállítása (*Align Photos*). Ez a folyamat az átfedő képrészleteken automatikusan megtalált közös pontokat és a külső tájékozás kezdeti paramétereit használja fel. A képek összeillesztésének eredményeként a felvételi blokk egymáshoz igazított képeinek átfedő részeiről a szoftver automatikusan közös pontokat keres, és egy ún. ritka 3D pontfelhőt hoz létre. Erre a ritka pontfelhőre – a durva geometriai hibák kiszűrésének céljából – térbeli háló (*mesh*) feszíthető.

A modell és a földrajzi tér nagy pontosságú összekapcsolásához a terepen mért felszíni illesztőpontokra is szükségünk volt. A KNP munkatársai a felvételezett területen 162 db, a felvételeken is jól azonosítható fólia csíkot helyeztek el, melyek koordinátáit nagy pontossággal, RTK GNSS technológiával rögzítették. A feldolgozás során ezek ún. GCP-ként (*Ground Control Point*) segítették a modell külső tájékozását. A teljes felvételi blokkon, a többszörösen átfedő képterületeken egységes eloszlásban elegendő volt 8-9 GCP felhasználása. Az tájékozott légifotó blokk alapján a teljes területről – az eredeti felvételek geometriai felbontásával rendelkező – mozaikolt ortofotó készült.

### 3.3. Légifelvételek interpretációja

Az eredményként létrejött, feldolgozott adatok tartalmi információinak kinyerését, interpretációját a teljes mintaterületen elvégeztük. Az alkalmazott módszereket a kiértékelő szükséges beavatkozásának mértéke alapján manuális, szemi-automatikus és automatikus kategóriákba sorolhatjuk. Az interpretációra fordított – idő és személyi – erőforrások, az eredmények elvárt minősége és rendelkezésre állása közötti arányok optimalizálása érdekében elsősorban fél-automatikus módszereket használtunk.

A manuális kiértékelés a különböző mértékben károsodott területek vizuális elkülönítését és lehatárolását célozta meg (Turcsányi 2013). Ahogy a később részletezett módszereknél, itt is különös jelentőséggel bír a kiértékelő helyismerete, amit a KNP munkatársai által vezetett terepbejárás és GPS-es felmérés alapozott meg (Ungureán 2014).

A távérzékelte adatokat raszteres formátumban tároltuk, melyeken különböző képosztályozási algoritmusokat futtattunk. Ezek közül a képelemeket megadott számú osztályba automatikusan besoroló *ISODATA* eljárást teszteltük. Ebben az esetben az osztályok azonosítása (címkézése) utólag történik meg. A nagyobb felhasználói beavatkozást igénylő ún. irányított módszerek közül a *Maximum Likelihood* algoritmust



alkalmaztuk. Itt előre kijelölt, ismert növényzetű vagy károsodási fokú tanulóterületek alapján kerültek kialakításra az osztályok, melyekbe ezt követően spektrális hasonlóságuk szerint sorolódtak be az egyes képelemek (Turcsányi 2013).

### 3.4. Terepi adatfelvételezés

A terepi munkára 2014. április 9-én került sor, melynek során a terület, valamint a vegetáció állapotát mértük fel (Ungureán 2014). A munka során Trimble Juno SB típusú PDA-t használtunk Digiterra 6.0 térinformatikai szoftverrel. A parcellákat külön-külön osztályoztuk szemrevételezéssel, majd ArcGIS programban rendszereztük a felvett objektumok leíró adatait: vegetáció típusa, állapota, az invazív fajok legsűrűbben előforduló fájának neve és ennek mértéke, amelyet 1-5-ig osztályoztunk. Felvettük az egyes poligonokhoz tartozó különleges adatokat is, például az újonnan telepített nyárfákat, az előregedő vegetációt.

### 3.5. A terület invazív fajai és borításuk mértéke

A terület bejárásánál, az invazív fajok osztályba sorolásánál elengedhetetlen, hogy ismerjük a Bugaci Nagy-Erdőben megtalálható növényeket. Az invazív növény (másneven özönnövény) általában egy olyan faj, mely más idegen területről érkezik. Legtöbb esetben ezeknek a növényeknek nincsenek speciális igényei, ezért életben maradásához szükséges feltételeit megtalálja, kártevője nincsen. Az ott őshonos növényeket elnyomva agresszíven terjeszkedik, így megváltoztathatja a táj ökológia képét is (Sipos 2004).

A terület invazív fajai a következők: mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*), fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), selyemkóró (*Asclepias syriaca*), kései fürtösmeggy (*Prunus serotina*), és a tájidegen amerikai (kanadai) nyár (*Populus × euramericana* syn. *Populus × canadensis* hibridek), valamint a feketefenyő (*Pinus nigra*). A terepbejárás során e növények előfordulásának mértéke alapján 5 osztályt határoztunk meg:

1. egyáltalán nem található meg a területen
2. 0-10%-ban fordul elő az egyes parcella területén
3. 10-25%-ban fordul elő az egyes parcella területén
4. 25-50%-ban fordul elő az egyes parcella területén
5. 50% felett fordul elő az egyes parcella területén

### 3.6. Az egyes területek vegetációja és állapotuk felmérése

A parcellák vegetációjának meghatározásában az ott előfordult leggyakoribb növénynek alapján megkülönböztettünk fehér nyárást, borókást, fehér nyáras-borókást, erdei- és feketefenyvest, akácot és helyenként nyíltgyepet. A nyíltgyep meghatározásakor a területen szinte egyáltalán nem volt található fás szárú növény. Állapotuk felmérésében a tűz pusztító hatását vizsgáltuk, és ennek alapján megkülönböztettünk teljesen ép, illetve leégett területeket.

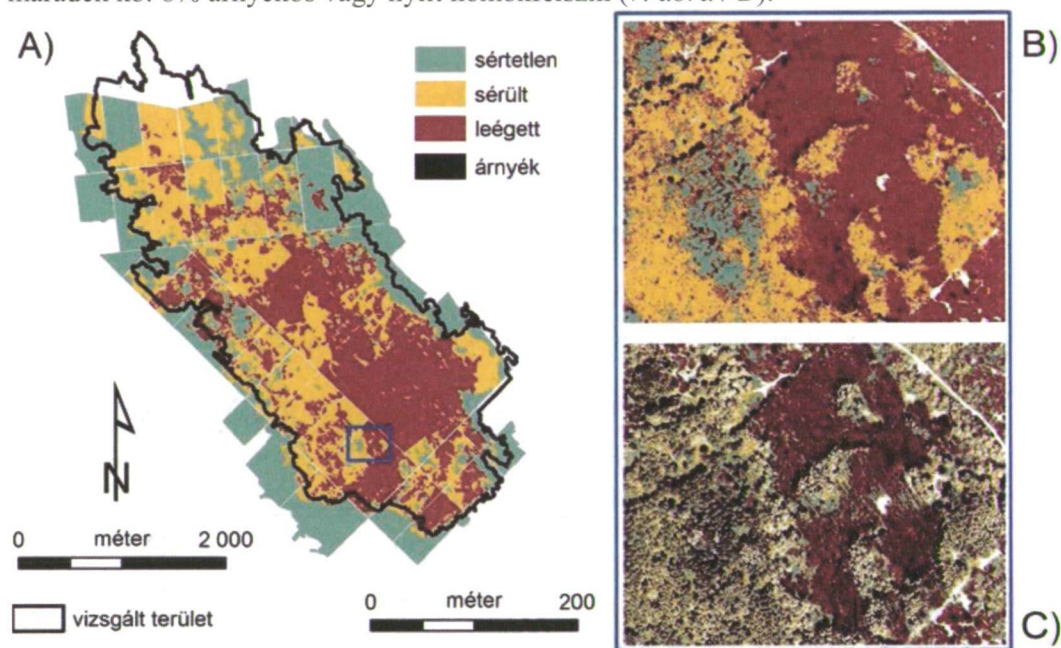
## 4. Eredmények

### 4.1. A károsodás mértéke távérzékelte felvételek alapján

Az előfeldolgozott – összemozaikolt – légifelvétel kiértékelése a legegyszerűbb esetben manuális lehatárolást jelentett. A KNP elvárásainak megfelelően a tájidegen (telepített) fenyvesek károsodásának felmérése történt meg ezzel a módszerrel. Az erdőrészlet térképek alapján a terület (835 ha) 24%-a (202 ha) sértetlenként, 38-38%-a (318 ha) pedig részben károsodottként vagy teljesen leégettéként került azonosításra (7. ábra / A).

A (szemi-)automatizált interpretáció irányított (Maximum Likelihood) és automatikus (ISODATA) osztályozásának eredményeit egy kiválasztott, közel 11 ha-os mintaterületen mutatjuk be, melyek jól reprezentálják a teljes területen vizsgált kategóriákat.

Az előre kijelölt tanulóterületekkel elvégzett irányított osztályozás a mintaterület 50%-át jelölte leégett, 30%-át részben sérült, 12%-át pedig sértetlen állapotúnak. A maradék kb. 8% árnyékos vagy nyílt homokfelszín (7. ábra / B).



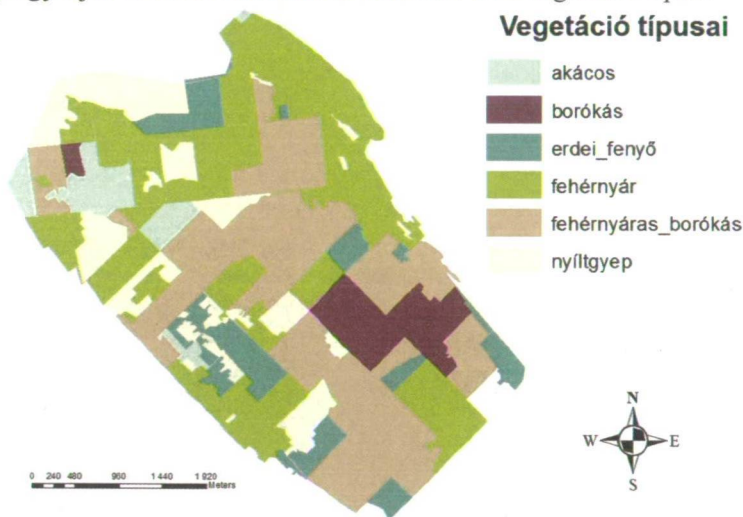
7. ábra. A különböző mértékben sérült területek manuális lehatárolása (A) és osztályozása (B / C) légifelvételek alapján

A 9 kiindulási osztállyal futtatott ISODATA klaszterezés eredmény sokkal heterogénebb képet mutatott, ugyanakkor a legnagyobb károkozás határvonala itt is szépen kirajzolódott. Ez esetben a képelemek 30%-a került a leégett, 28%-a a sérült, 14%-a pedig a sértetlenként felcímkézett csoportba. Az árnyékos területek részaránya sokkal magasabbnak (21%) adódott (7. ábra / C).

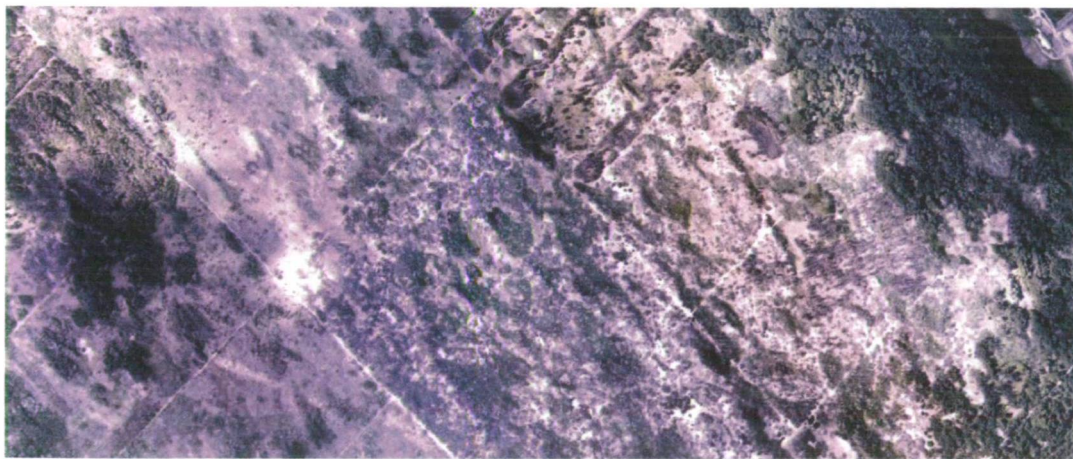


#### 4.2. A vegetáció típusai

A vizsgált terület (1748 ha) 34,8%-át fehér nyár (622 ha), 27,3%-át fehér nyáras-borókás (488 ha), 17,1%-át erdeifenyves (307 ha), 10,3%-át nyíltgyepes vegetáció (185 ha), 6,4%-át borókás (115 ha) és 3,8%-át akácos (68 ha) borította a tűz pusztítása után 2 évvel (8. ábra). A vegetációt illetően nem tapasztaltuk azt, amit a szakirodalom leír, miszerint a borókák a homokbuckák alján jelentkeznek, a fehér nyár pedig a buckatetőkön helyezkedik el. Az erdeifenyvesek a perifériás területeken találhatóak meg (9. ábra), így egyfajta védelmi funkciót is betölthet ez a vegetáció típus.



8. ábra. A vegetációtípusok elhelyezkedése a területen



9. ábra. A légifelvétel részletén jól látható a borókás területek nagymértékű pusztulása

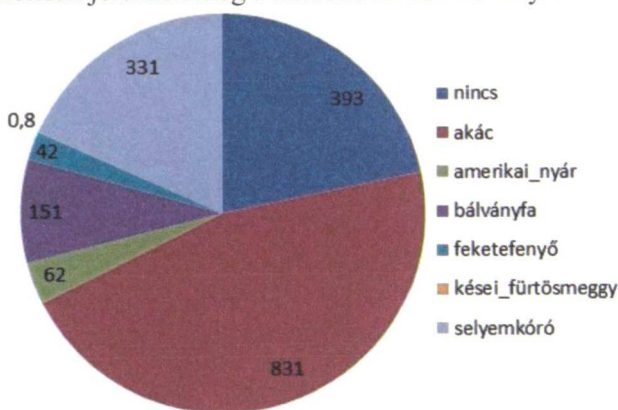
A terepbejárás során felvett adatok szerint a terület több mint a fele károsult a tűz következtében (9. ábra). Egyes területeken – főként a fehér nyárasokban – 2 méter magas törzségést is megfigyeltünk. A legnagyobb mértékben a borókás részek és az erdeifenyvesek károsultak. A nyíltgyep területeken már nem látszódott a tűz pusztító hatása, ezek 2 év alatt regenerálódtak a talajban található magok által.

A leégett fehér nyárasokban erőteljesen megfigyelhető volt azok sarjadása, regenerálódási képessége. A sarjak mérete körülbelül egy-másfél méter közötti volt. Az erdő területén sok előregedő állomány volt megfigyelhető, melyekben a vegetáció egészségi állapota rossz. Az elhalt, elégett fatörzsek otthagásával megindult ezek szuvasodása.

#### 4.3. Invazív fajok és megjelenésük mértéke

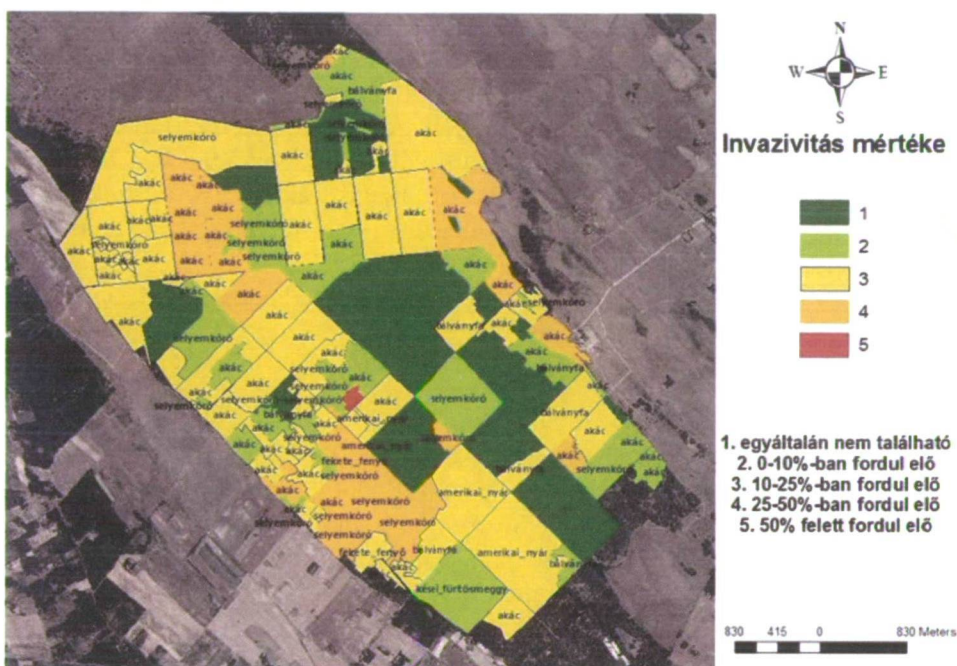
A bugaci Nagyerdő területén még a 2012-es évben elkezdődött a terület helyreállítása. Az elhalt, elégett faanyagokat kezdetben nem szállították el a területről, a munkafolyamat jelenleg is folyik. A növényi maradványok elszállítása sem a legkedvezőbb a terület ökológiai egyensúlyára nézve, mivel a terület bolygatása kedvez az özönnövények megjelenésének. A maradványok feldolgozására és elszállítására szükség van, mivel nagy számban megfigyelhető ezeken a testeken a kártevők megjelenése és elszaporodása, ami veszélyezteti az egészséges vegetációt is.

A területen erőteljes az invazív fajok terjedése. Az erdőben az özönnövények megoszlása szerint a terület 46%-a akáccal, 3%-a amerikai nyárral, 8%-a bálványfával, 2%-a feketefenyővel, 0,04%-a kései fűrtösmeggyel és 18%-a selyemkóróval fertőzött (10. ábra). Ezek közül a legagresszívabb terjeszkedést a selyemkóró mutatja. A legnagyobb mértékben azonban az akác elterjedése figyelhető meg, amely erőteljesen degradálja a fokozottan védett terület természetvédelmi értékét. Az ősbörökás területén – mely a legnagyobb mértékben károsodott – nem figyelhető meg egyelőre az özönnövények megjelenése. A 11. ábrán látható az is, hogy inkább az erdőrészt periferián, illetve a nyíltgyepes vegetációkban jelennek meg a károsító hatású növények.



10. ábra. Az invazív fajok megjelenése (hektárban)





11. ábra. Az özönnövények és megjelenésük mértéke a vizsgált területen

## 5. Összegzés

A légifelvétel feldolgozása, kiértékelése és a terepbejárás során meghatároztuk a vizsgált terület károsodottságának mértékét, a vegetáció típusát, állapotát és az invazív fajok megjelenésének mértékét is. Az adatbázisokat úgy építettük fel, hogy azok később bővíthetők legyenek és más egyéb tényezők is vizsgálhatóak illetve rögzíthetők legyenek. A légifelvétel hatékony feldolgozásához munkafolyamatot dolgoztunk ki az Agisoft PhotoScan programhoz. A távérzékelési adatok interpretációját szemi-automatikus osztályozási módszerek segítették.

Vizsgálataink, térinformatikai adatbázisunk az erdő helyreállítását és az özönnövények terjedésének megakadályozását segítik. A vegetáció helyreállításának érdekében szükség van az elpusztult állomány újraterelítésére. Az elpusztult fenyvesek helyreállítása fontos lehet a területre nézve, mivel ez a vegetáció védelmi sávot képez az erdő belső területei körül, valamint a fenyvesek pufferzónaként is szolgálhatnak, melyekben az invazív fajok megjelenése nem számottevő. Az Ősborókásban a fehér nyár sarjait karban kell tartani, hogy ne szaporodjanak el túlságosan, és ne nyomják el a borókák terjedését.

Az invazív fajok folyamatos ritkítása is fontos feladat, így további területeket kellene megtisztítani az akác és bálványfa sarjaitól is. A gyepszintet nézve a selyemkóró terjedésének korlátozása igen fontos és egyben nehéz feladat is, mivel a selyemkóró igen agresszív terjeszkedést mutat a területen. Kiirtásukat megnehezíti, hogy telepekben, hosszú fonalakat alkotva terjed.

A terület regenerálódásának felmérésére, valamint az özönnövények nem kívánatos terjedésének monitorozására további légifelvételezéseket és terepi adatfelvételeket tervezünk, amellyel a továbbiakban is támogatni szeretnénk a tanulmányban bemutatott és egyben a Kiskunsági Nemzeti Park egyik leglátogatottabb részének mielőbbi újraéledését.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány elkészítéséhez sok segítséget kaptunk Aleksza Róberttől, Filotás Zoltántól és Folberth Gergelytől a Kiskunsági Nemzeti Park, valamint Lestyán Csabától, a Bács-Kiskun Megyei Kormányhivatal Erdészeti Igazgatósága munkatársaitól.

## Irodalom

- Borhidi A. (2003): Magyarország növénytársulásai. Akadémia Kiadó, Budapest, pp. 466-467
- Borsy Z. (1989): Az Alföld hordalékkúpjainak negyedidőszaki felszínfejlődése. Földrajzi Értesítő, pp. 210-220.
- Facsar G. (1996): Élő nyílt homokpusztai gyepek. In: Fekete G. – Molnár Zs. – Horváth F. (szerk.): A Magyarországi élőhelyek leírása és határozókönyve a nemzeti élőhelyosztályozási rendszer. Vácrátót, 71-72, p. 114
- Sipos F. (2004): Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság. In: Mihály B. – Botta-Dukát Z. (szerk.): Özönnövények. Biológiai inváziók Magyarországon. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó. Budapest, pp. 399-403
- Szatmári J., Kovács F., B. van Leeuwen, Tobak Z., Mezösi G., Mucsi L., Juhász L., Huszár T., Kitka G. (2014): Távérzékelés a katasztrófa-védelem szolgálatában. In: Márkus B.: Térinformatika 2014 (Szerk.), Székesfehérvár, 399 p.
- Temesi I. (szerk.) (1986): Bugac - Ősborókás. Tájak – Korok – Múzeumok. Budapest, 16 p.
- Tobak Z. (2013): A városi felszín vizsgálata nagy térbeli és spektrális felbontású légifelvételek felhasználásával. Doktori (Phd) értekezés, Szeged, 122 p.
- Tobak Z., Kitka G., Satmári J., van Leeuwen B., Mucsi L. (2008) Kisgépes, kisformátumú (SFAP) CIR légifelvételek készítése, feldolgozása és alkalmazása környezeti vizsgálatokban. IV. Magyar Földrajzi Konferencia előadásai. 618 p.
- Tóth K. (1975): Második Nemzeti Parkunk a „Kiskunsági Nemzeti Park”. Az Erdő. 24. 4. 147-152
- Turcsányi L. (2013): A kisgépes, nagyfelbontású légifelvételezés alkalmazási lehetőségei a leégett bugaci ősborókás területén. Szakdolgozat, SZTE, 52 p.
- Ungureán T. (2014): A 2012-es bugaci erdőtűz hatásainak vizsgálata légifelvételek és képosztályozási módszerek segítségével, a terület invazív fajai. Szakdolgozat, SZTE, 57 p.

## Internetes hivatkozások (Letöltve: 2015. január 10.)

- [1] [http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzoltas\\_erdok\\_magyar](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzoltas_erdok_magyar)
- [2] [http://knp.nemzetipark.gov.hu/?pg=news\\_35\\_2100](http://knp.nemzetipark.gov.hu/?pg=news_35_2100)
- [3] [http://met.hu/ismerettar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=194&hir=Bugaci\\_erdotuz\\_fust\\_faklyaja\\_Budapestet\\_is\\_elerte](http://met.hu/ismerettar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=194&hir=Bugaci_erdotuz_fust_faklyaja_Budapestet_is_elerte)
- [4] <http://www.baon.hu/bacs-kiskun/kek-hirek-bulvar/oriasi-tuz-tombolt-a-bugaci-pusztaban-videoval-440025>



# A FELSZÍNBORÍTÁS ÉS TÁJMINTÁZAT VÁLTOZÁSA, MINT AZ ANTROPOGÉN KÖRNYEZETVÁLTOZÁSOK INDIKÁTORAI

*Szilassi Péter*

## 1. Bevezetés

A tájat hajlamosak vagyunk statikus, időben állandó, vagy csak kismértékben változó területegységként értelmezni. A fogalom-meghatározások között ritkán találkozunk a táj dinamikus jellegét is hangsúlyozó, annak időbeli változását is magában foglaló definícióval. Pécsi Márton 1970-ben megjelent munkájában a táj időbeli változásáról ezt írja: „a táj hosszú természettörténeti és rövid, de annál hatékonyabb társadalomtörténeti folyamatok terméke”.

A táj tehát természetföldrajzi folyamatok révén ugyan földtörténeti léptékben év százazredek, évmilliók alatt változik, de az ember színrelépése óta ez a folyamat jelentősen felgyorsult. Hazánkban körülbelül a 19. század derekától kezdődően vált elsődlegessé az ember tájformáló szerepe (gondoljunk csak a nagy folyószabályozási munkálatokra). A tájat ért antropogén hatások legmarkánsabb, legszembevetőbb, egyben szabad szemmel is könnyen észlelhető formája a területhasználat és a felszínborítás változása.

Az egyes felszínborítás típusok (pl. szántók, gyepek, erdők) arányának és térbeli mintázatának változása alapvetően befolyásolja a tájban végbemenő folyamatokat. A felszínborítás változása módosíthatja tájalkotó tényezők (domborzat, növényzet, talajtani adottságok, felszíni, felszín alatti vizek, stb.) állapotát.

A táj bonyolult kölcsönhatásokkal jellemezhető összetett rendszer, melyben az egyes tájalkotó tényezők egymással is szoros kölcsönhatásban állnak. A felszínborítás változása jelentős tájökölógiai változásokat eredményezhet, bonyolult láncreakciókat elindítva az egyes tájalkotó tényezők között. Például a mesterséges felszínek (különösen a burkolt utak, beépített területek) térnyerése a szántók rovására növeli felszíni lefolyást, csökkenti a beszivárgást, jelentősen befolyásolva egyes területek vízháztartását, talajtani és mikroklimatikus jellemzőit. Emellett az új mesterséges felszínek gyakran képeznek tájökölógiai akadályt (barriert) elszigetelve egymástól a korábban összefüggő élőhely foltokat.

A tájban megjelenő antropogén folyamatok indikátora leggyakrabban a táj legszembevetőbb, egyben legkönnyebben azonosítható jellemvonása a tájkép, illetve az annak földfelszíni vetületeként értelmezhető felszínborítás. A jelentősebb környezeti változások gyakran kapcsolódnak bizonyos felszínborítási változásokhoz. A korábbi felszínborítás változások tendenciáinak ismerete fontos adalékokkal szolgál az élőhelyek megőrzéséhez, a biodiverzitás védelméhez és a természeti erőforrásaink (például talajaink) fenntartható hasznosításához. A felszínborítás változás, mint a tájban megjelenő antropogén hatások egyik



legfontosabb indikátora alapvető információkat nyújthat az országos és térségi szintű tájtervezéshez, a jövőbeli területhasználat tervezéséhez is. (OECD, 1998, 1999; Csorba – Szabó 2009; Csorba 2011; Kovács 2011; Szilassi 2012).

A hosszú idő óta változatlan felszínborítású területeket lehatárolva elkészíthetjük az úgynevezett felszínborítás stabilitás térképet, mely alkalmas a valamennyi vizsgált időkeresztmetszetben azonos felszínborítású, természetvédelmi vagy agroökológiai szempontból értékesebb területek azonosítására.

A felszínborítás csak közvetett tájékoztatást adhat az egyes tájak természetességéről, illetve a természetesség változásáról. Bár a felszínborítás fontos indikátora az egyes tájak természetességének, a természetesség valódi mértékének értékeléséhez újabban az összes tájalkotó tényező (talajok, felszíni, felszín alatti vizek, levegő, stb.) állapotát együttesen figyelembe vevő komplex mutatókat, köztük a tájmintázat jellemzőit is felhasználják (Herzog et al. 2001; Zebisch et al. 2004; Wrbka et al. 2004; Csorba et al. 2006; Winter – Fischer 2010; Szabó et al. 2008; Csorba – Szabó 2009; Szabó 2009; Szilassi – Bata 2012). A tájökológiai kutatások széles körében használatos tájmetriai mutatók közül jó néhány alkalmas indikátorként a tájakat ért antropogén hatások erősségének számszerűsítésére. Közismert tény például, hogy a tájak szabdaltsága, fragmentáltsága jelentősen növekszik a vonalas infrastruktúra (utak, vasutak) kialakításakor, csökkentve a táj természetességét (Bürgi – Russel 2001; Csorba 2005, 2006a,b; Hietel E. et al. 2004).

## 2. A kutatás módszerei

### 2.1. A felszínborítás változás elemzéséhez használt adatbázisok, módszerek

Az Európai Unióban már az 1980-as évek derekán megfogalmazódott az igény, a felszínborítás egységes módszertani elvek alapján történő térképezésére. A CORINE felszínborítási adatbázis előnye, hogy azt egységes módszerekkel, azonos, 1:100 000-es méretarányban készítették el. Az adatbázis készítői a 25 hektárnál nagyobb és 100 méternél nagyobb átmérőjű felszínborítás foltokat 44 (Magyarországon 27) féle felszínborítás típusba sorolták. A CORINE adatbázisban elkészültek Magyarország teljes területének felszínborításáról az 1990-es, 2000-es és 2006-os és 2012-es évek állapotait tükröző térképek. Az egységes tematika szerint elkészült, az Internetről térítésmentesen letölthető digitális térképi adatbázis jó lehetőséget kínál a felszínfedettség változásainak elemzésére (1. táblázat).

Az eltérő időpontokban készített CORINE felszínborítás térképeket ArcGIS 10 térinformatikai szoftverrel összemetsztem egymással, majd az így előállított fedvény térképek révén elkészítettem Magyarország felszínborítás stabilitás térképét, lehatárolva a folyamatosan mezőgazdasági területeket, erdő és természetközeli területeket, állóvizeket és beépített területeket, valamint a változott felszínborítású területeket.



1. táblázat. A CORINE felszínborítási adatbázis főbb jellemzői

| A felszínborítás adatbázis neve   | CLC 1990   | CLC 2000                         | CLC 2006                             | CLC 2012                             |
|---|--|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Méretarány  | 1: 100 000   | 1: 100 000                       | 1: 100 000                           | 1: 100 000                           |
| Készítésének időpontja  | 1986-1998  | 2000 +/- 1 év                    | 2006+/- 1 év                         | 2006+/- 1 év                         |
| Térbeli (geometriai) pontosság  | 100 m-es térbeli eltérések is előfordulhatnak        | 100 m-nél kisebb térbeli eltérés | 100 m-nél kisebb térbeli eltérés     | 100 m-nél kisebb térbeli eltérés     |
| Legkisebb önállóan tekintett és térképezett felszínborítási egység területe | 25 ha  | 25 ha                            | 25 ha                                | 25 ha                                |
| Legkisebb térképezett felszínborítási egység átmérője                       | 100 m  | 100 m                            | 100 m                                | 100 m                                |
| Tematikus (tartalmi) pontosság  | helyenként nem éri el a 85%-ot a tematikus pontosság | 85%-körüli tematikus pontosság   | 85 %-nál nagyobb tematikus pontosság | 85 %-nál nagyobb tematikus pontosság |
| Felszínborítás típusok száma Magyarországon                                 | 27   | 27                               | 27                                   | 27                                   |
| A Mo. területére eső összes felszínborítás folt száma                       | 31004  | 40270                            | 40439                                | 41649                                |

## 2.2. A tájmintázat változás elemzéséhez használt módszerek

A szakirodalom szerint a Main Patch Size (MPS), a Total Edge (TE), és az Number of Shape Characteristic Points (NSCP) tájmetriai mutatók jó indikátorai a természetesség változásainak (Herzog et al. 2001, Lausch – Herzog 2002). A fenti tájmetriai mutatókat területtel súlyozott osztály szinten számítottam ki a „erdők és természetközeli területek” felszínborítás foltjaira.

A tájmetriai számításokat az ArcGIS szoftver Vlate kiegészítő panelje segítségével végeztem el. Kiszámoltam 5,6 X 5,6 km-es raszterhálókön belül azon „erdő, természetközeli terület” felszínborítás kategóriába eső poligonok folt szintű területtel súlyozott átlagait, melyek centroidjai az adott kvadrátba estek.

Mivel a felszínborítás és annak mintázata is jelentősebb mértékben csak hosszabb időintervallumban változik, ezért a tájmintázat változását 2000 és 2012 között értékeltem. A két időpontban készült Corine Land Cover felszínborítás térképek

tájmetriai indexeinek területtel súlyozott átlagait raszterenként kivonva egymásból kiszámítottam, hogy az egyes időkeresztmetszetek között hogyan változott az egyes tájmetriai mutatók területtel súlyozott átlaga.

Magyarország területén található kvadrátok közül azokat tekintetem növekvő természetességűnek, melyekben valamennyi fenti tájmetriai mutatószám értéke nőtt. Ezzel szemben ahol mindhárom mutatószám értéke csökkent, azokon a területeken feltehetően csökkent a természetesség. Azokat a kvadrátokat, ahol az MPS, a TE, és az NSCP tájmetriai mutatók nem azonos előjellel változtak, nem tekintetem meghatározhatónak a természetesség változását.

### 3. Eredmények

#### *3.1. A felszínborítás változását befolyásoló „hajtóerők” és a változások főbb tendenciái Magyarországon 1990-2012 között*

A felszínborítás-változás kiváltó okai lehetnek természetes (pl. vihar okozta széldöntések, villámcsapás okozta erdőtüzek), vagy antropogén (pl. erdőterületek kivágása, ültetése) folyamatok. Magyarországon a felszínborítás azonban leginkább már csak emberi hatásra változik. A zömmel magánkézen lévő mezőgazdasági területek tulajdonosai a piaci viszonyok illetve a vonatkozó jogszabályok ismeretében önállóan dönthetnek arról, hogy földjeiket szántóföldi területként vagy rétként, legelőként, esetleg erdőként kívánják azt hasznosítani. A felszínborítás változtatásával kapcsolatos egyéni döntéseket az állam és az önkormányzatok által jóváhagyott területrendezési tervek, Európai Unió támogatások, és egyéb jogszabályok is befolyásolják. A területrendezési, településrendezési tervekben a terület-felhasználási egységek és kategóriák lehatárolása révén határozzák meg a jövőbeli területhasználatok típusát, és ezáltal a felszínborítás jellegét.

A felszínborítás változások hátterében természeti, és társadalmi okok, úgynevezett „hajtóerők” állnak (Duray – Keveiné Bárány 2010; Hersperger – Bürgi 2007). Léptékük alapján megkülönböztethetünk globális és helyi, vagy más néven lokális hajtóerőket. A globális hajtóerők közé sorolhatók például a világgazdasági folyamatok, az élelmiszerárak, a külkereskedelmi áruforgalmi kapcsolatok, az Európai Unió agrárpolitikája stb. A helyi, vagy más néven lokális hajtóerők közé sorolhatók többek közt a település szintű társadalmi, gazdasági, demográfiai folyamatok, területfejlesztési döntések, illetve helyi természetföldrajzi (talajtani, vízrajzi) és infrastrukturális adottságok (úthálózat) (2. táblázat)

A helyi, és globális hajtóerők számos környezeti szempontból releváns felszínborítás változás tendenciára vannak hatással. A CORINE adatbázisok alapján Magyarország felszínborítás változásainak főbb tendenciáit 1990-2000, 2000-2006 közötti évekre vonatkozóan Büttner (2010) értékelte munkájában. Jelen dolgozatban a legutóbbi 2006-2012 között végbement felszínborítás változások tendenciáival egészítettem ki Büttner elemzését. Jól láthatjuk, hogy az 1990-óta jellemző tendenciák folytatódtak 2006-2012 között is. Hazánkban a felszínborítás változások üteme egyre gyorsuló tendenciát mutat. Míg 1990-2000 között 417 km<sup>2</sup>, addig a 2006-2012 közötti években már átlagosan 464 km<sup>2</sup> felszín alakult át valamilyen korábbtól eltérő felszínborítású területté.



2. táblázat. Helyi (lokális) hajtóerők, és hatásuk a felszínborítás változására

| LOKÁLIS HAJTÓERŐ  | A FELSZÍNBORÍTÁS VÁLTOZÁS JELLEGE  |
|---|--|
| Település szintű területfejlesztési, gazdasági, politikai döntések                                  | Pl. beépített (ipari) területek növekedése a szántóterületek rovására az ún. „zöldmezős” beruházások révén   |
| Település demográfiai helyzetének változása (például lakosságszám növekedése)                       | Pl. beépített (lakó) területek növekedése a szántóterületek rovására   |
| Mezőgazdasági területek megközelíthetősége közúton  | Pl. a rét, legelő, erdőterületek növekedése a mezőgazdasági területek rovására az alacsony úthálózat sűrűségű területeken  |
| Mezőgazdasági területek talajtani jellemzői: termőképessége, vízgazdálkodási tulajdonsága stb.      | Pl. erdőterületek növekedése a rét, legelő, mezőgazdasági területek rovására a talajtani szempontból rossz termőképességű területeken                                  |
| Természetföldrajzi tényezők, folyamatok: talajerózióra való hajlam, csuszamlás veszély, belvíz stb. | Pl. a rét, legelő, erdőterületek növekedése mezőgazdasági területek rovására a szélerózióknak, vízerózióknak, csuszamlás veszélynek, belvíznek stb. kitett területeken |

Az erdőterületeken belül végbement felszínborítás-változásokat vizsgálva elmondható, hogy mindhárom időszakban e területeken belül mentek végbe a legnagyobb változások a nagy területre kiterjedő tarvágások és az újólág felnövekvő sarjerdők miatt. Fontos hangsúlyozni, hogy bár 2000 óta az erdőterületeken belül nagyobb volt a kivágott erdők területe, mint az felnövekvő sarjerdőké, az erdők összes területe 1990-2012 között folyamatosan nőtt a rétek legelők és a szántóterületek beredősödése folytán (3. táblázat).

Az 1990-es évektől kezdve egyre erőteljesebb dinamikájú tendencia a szántók területének csökkenése (felhagyása), rétté vagy legelőterületté történő átalakulása, a parlagosodás.

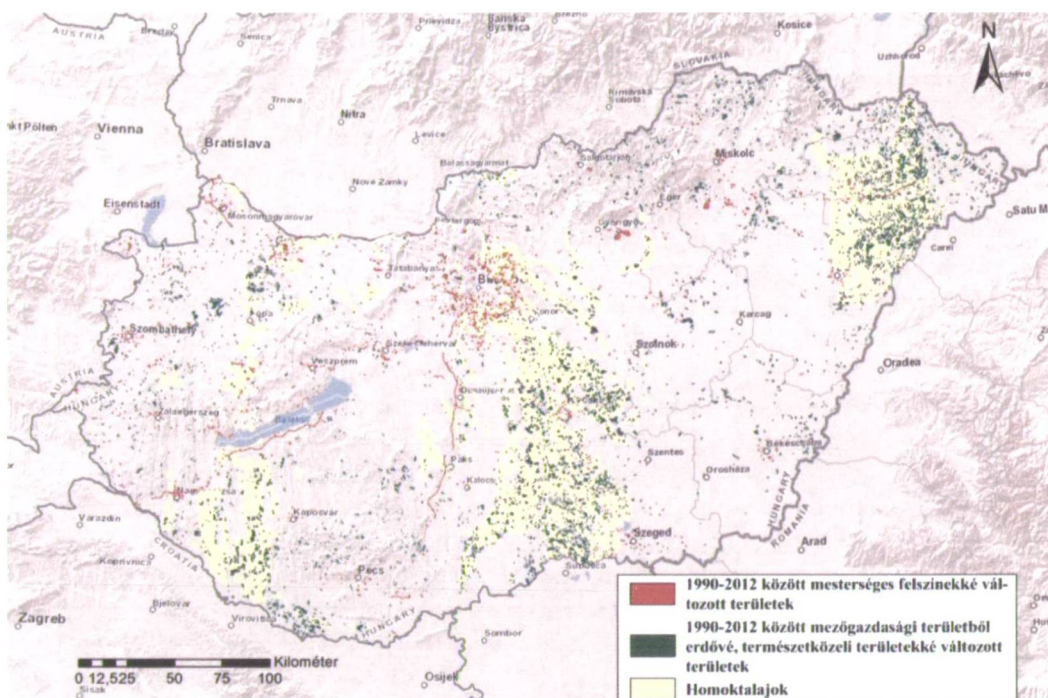
A 1990-2012 között vizsgálva szántók rét, legelő, erdőterületté alakulását szembevetve, hogy a Nyírség, a Belső-Somogy és a Duna-Tisza köze területén sokkal több változás ment végbe, mint az ország más területein (1. ábra). E folyamat hátterében főként e területek természetföldrajzi adottságai állnak. A rossz vízgazdálkodási tulajdonságú, alacsony humusztartalmú homoktalajok nem kedvezők a szántóföldi művelés számára. E területeken jellemző tendencia a rét, legelőterületek, valamint az erdőterületek növekedése a szántóterületek rovására. A mezőgazdasági területek művelés alóli kivonása, felhagyása nem kedvező folyamat tájökölógiai szempontból, hiszen a parlagterületeken a megfelelő legeltető állattartás híján gyakorta megindul a gyomosodás és az invazív fajok terjedése.

3. táblázat. A felszínborítás változások főbb tendenciái, és a változások dinamikája 1990-2000, 2000-2006, és 2006-2012 között Magyarországon (Büttner (2010) és saját számítások alapján)

| A felszínborítás változások főbb tendenciái  | 1990-2000  | 2000-2006  | 2006-2012  |
|--|--|--|--|
| Erdőterületeken belüli változások (tarvágás, erdőnövekedés)  | erdők<br>55,2 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése  | erdők<br>20,7 km <sup>2</sup> /év<br>csökkenése  | erdők<br>45,18 km <sup>2</sup> /év<br>csökkenése   |
| Legelők átalakulása szántóterületekké, és szántóterületek átalakulása legelőkké                              | szántóterületek<br>19,1 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a legelők rovására                         | szántóterületek<br>11,8 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a legelők rovására                         | legelőterületek<br>19 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a szántók rovására                             |
| Szántóterületek átalakulása erdővé, természetközeli területekké  | erdőterületek 13,6<br>km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a szántók rovására                           | erdőterületek<br>46 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a szántók rovására                             | erdőterületek<br>66,5 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a szántók rovására                             |
| Legelők átalakulása erdőterületekké  | erdőterületek<br>8,1 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a legelők rovására                            | erdőterületek<br>17,8 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a legelők rovására                           | erdőterületek<br>11,1 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a legelők rovására                             |
| Mezőgazdasági területek átalakulása mesterséges felszínekké (pl. bányá, ipari üzem, autópálya lakópark stb.) | mesterséges<br>felszínnek<br>10 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a mezőgazdasági területek rovására | mesterséges<br>felszínnek<br>25 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a mezőgazdasági területek rovására | mesterséges<br>felszínnek<br>11,1 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a mezőgazdasági területek rovására |
| Mezőgazdasági területek átalakulása vízfelszínre   | vízfelszínnek<br>2,5 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a mezőgazdasági területek rovására            | vízfelszínnek<br>3,9 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a mezőgazdasági területek rovására            | vízfelszínnek<br>1,1 km <sup>2</sup> /év<br>növekedése a mezőgazdasági területek rovására              |
| Összes felszínborítás változás üteme   | 417 km <sup>2</sup> /év  | 443 km <sup>2</sup> /év  | 464 km <sup>2</sup> /év  |



Másik, környezeti szempontból kedvezőtlen tendencia a mesterséges felszínek (beépített területek, bányaterületek közutak stb.) folyamatos területnövekedése, mely a 2000-2006 közötti időszakban volt a legnagyobb ütemű. Láthatjuk, hogy főként Budapest illetve a nagyobb vidéki városaink környékén, valamint az autópálya építésekhez kapcsolódóan nőtt a leginkább a mesterséges felszínek kiterjedése (1. ábra).

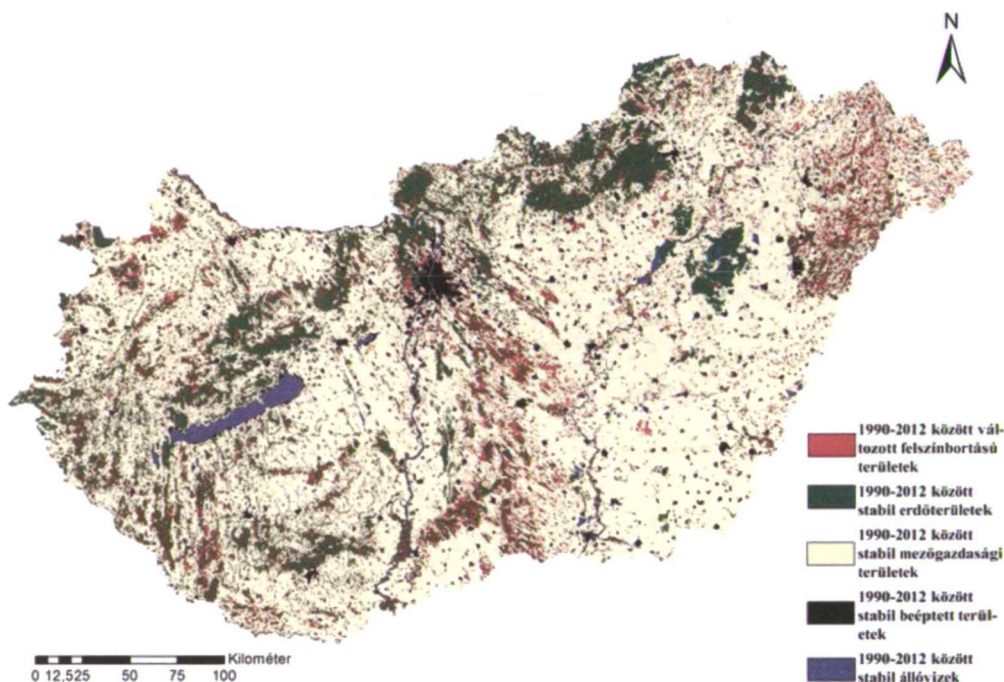


1. ábra. A mesterséges felszínekké változott területek (piros) és az erdővé, természetközeli területekké változott területek (zöld) 1990-2012 között Magyarországon (a CORINE adatbázis alapján), és a homoktalajok kiterjedése (sárga színnel) (AGROTOPO adatbázis alapján)

Egymással fedésbe hozva azokat a területeket melyeken nem változott a felszínborítás, megkapjuk Magyarország 1990-2012 között állandó (stabil) felszínborítású területeit (2. ábra). A vizsgált időszakban azonos felszínborítású erdő és természetközeli területek térképén kirajzolódnak a középhegységi területek, emellett a Hortobágy területe az, ahol alig változott a felszínborítás kategória kiterjedése. Ezek a területek a természetvédelmi szempontból jelentősek, hiszen a felszínborítás változatlanlansága egyben az antropogén zavarás alacsony szintjére is utal.

A folyamatosan mezőgazdasági területekként jelölt felszínek között kell említeni az Alföld azon térségeit, melyeken nem, vagy csak alig változott a mezőgazdasági területek felszínborítása. A Mezőföld, a Hajdúság, a Békés-Csanádi löszös hát főként csernozjom

talajai nagyon kedvezőek a szántóföldi művelés számára, ezért itt nem, vagy csak alig csökkent a szántók kiterjedése az erdők és legelők rovására. A továbbiakban is meg kell őrizni e területeken a mezőgazdaság, mint tájhasználati forma dominanciáját a talaj termőképességének megőrzése mellett (2. ábra.)



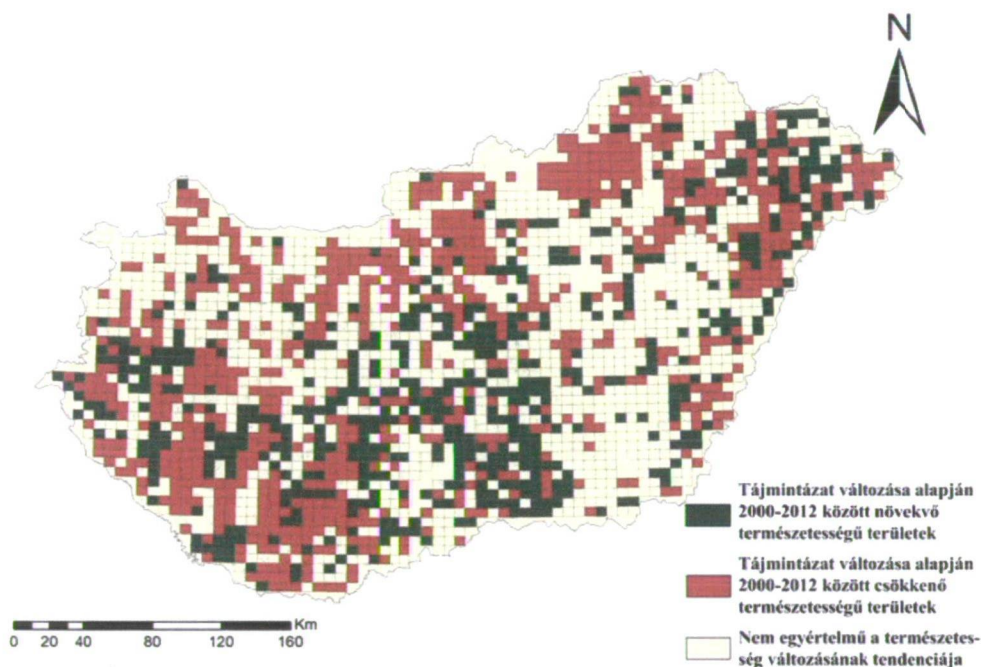
2. ábra. Magyarország 1990-2012 közötti felszínborítás stabilitás térképe

A stabil felszínborítású területek mellett jól látszik, hogy a Duna-Tisza-köze, a Nyírség és a Belső-Somogy területei a gyorsan és gyakran változó felszínnek közé tartoznak. E területeken a jövőben is erőteljesebb mérvű, nagyobb területekre kiterjedő felszínborítás változásokra számíthatunk. A végbement változások megismert tendenciái, térbeli jellemzői alapján törekednünk kell arra, hogy Magyarország jövőbeli területhasználatát a tájökológiai szempontokat is figyelembe véve, fenntartható módon alakítsuk ki.

Az erdők, természetközeli területek felszínborítás feltételeinek MPS, TE és NSCP tájmetriai mutatói, mint indikátorok alapján becslve a természetesség változását, megvizsgáltam, hogy 2000-2012 között az egyes kvadrátokon belül nőtt-e vagy csökkent-e a területek természetessége (3. ábra).

Láthatjuk, hogy Magyarország területén belül jól lehatárolhatók azok a térségek ahol feltehetően csökkent, és ahol valószínűleg nőtt a természetesség. Jól kivehető, hogy a Duna-Tisza köze területén 2000-2012 közötti időszakban nőtt a terület természetessége, míg a Dunántúl nagy részén, valamint a budapesti agglomeráció térségében feltehetően csökkent e területek természetessége.





3. ábra. A természetesség becsült változása Magyarországon 2000-2012 között, az „erdők, természetközeli területek” felszínborítás foltok tájmintázat változásai alapján

## Irodalom

- Bürgi M., Russel E.W.B. (2001): Integrative methods to study landscape changes. *Land Use Policy*, 18: 9-16.
- Büttner Gy. (2010): Magyarország 1990-2000 és a 2000-2006 közötti felszínborítás változásainak összehasonlítása in.: Lóki J- Demeter G.: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában konferencia kiadványa Debrecen 89-97.
- Csorba P. (2005): Magyarország út- és vasúthálózatának ökológiai tájfragmentációs hatása. *ÖKO* 8, 3-4, Budapest, 102-112.
- Csorba P. (2006a): Hazai tájak ökológiai szempontú szerkezetének vizsgálata. III. Magyar Tájökológiai Konferencia, Szeged, 2006. szeptember 6-7. CD-ROM
- Csorba P. (2006b): Indikátorok az ökológiai tájszerkezet és tájműködés vizsgálatához. In: Kiss A., Mezösi G., Sümegi Z. (Eds.): Táj, környezet és társadalom. Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzorasszony tiszteletére. Szeged, 117-122.
- Csorba P. (2011): Az alföldi tájváltozás tendenciái. In: Rakonczai J. (szerk.): Környezeti változások és az Alföld. Nagyalföld Alapítvány Kötetek 149-159.
- Csorba P., Szabó, Sz. (2009): Degree of human transformation of landscapes: a case study from Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin* 58/2, 91-99.
- Csorba P., Szabó, SZ., Csorba, K. (2006): Tájmetriai adatok tájökológiai célú felhasználása. In: Demeter, G. (Ed.): Földrajzi tanulmányok Dr. Lóki József tiszteletére. Debrecen, 24-34.
- Duray B., Keveiné Bárány I. (2010): Tájdinamikai vizsgálatok – Tájhasználat-változás, és regenerációs potenciál összefüggéseinek modellezése. in: Pál-Molnár E. (szerk) *Geoszférák*

2009. A Szegedi Tudományegyetem Földtudományi Doktoriskolájának eredményei. SZTE Földrajzi és Földtani tanszékcsoport, Szeged, 99-151.
- Hersperger A. M., Bürgi M. (2007): Going beyond landscape change description: Quantifying the importance of driving forces of landscape change in a Central Europe case study. *Land Use Policy*, 80: 127-136.
- Herzog, F., Lausch, A., Müller, E., Thulke, H.H., Steinhardt, U., Lehmann, S. (2001): Landscape Metrics for Assessment of Landscape Destruction and Rehabilitation. *Environmental Management*, 27/1, 91-107.
- Hietel E., Waldhardt R., Otte A. (2004): Analysing land-cover changes in relation to environmental variables in Hesse, Germany. *Landscape Ecology* 19. 473-489.
- Kovács F. (2011): Az alföldi területhasználát és változásainak értékelése. In: Rakonczai J. (szerk.): Környezeti változások és az Alföld. Nagyalföld Alapítvány Kötetek 149-159. pp.
- Lausch A., Herzog F. (2002): Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability *Ecological Indicators* 2 pp. 3-15.
- OECD, (1998): *Environmental Indicators: Towards Sustainable Development*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- OECD, (1999): *OECD Environmental Data—Compendium 1999 edition*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Szabó Sz. (2009): Tájmetriai mérőszámok alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a tájanalízisben. Habilitációs értekezés, Debrecen, 107 p.
- Szabó Sz., Csorba P., Varga K. (2008): Landscape management and landuse - tools for landscape management. *Dissertation Comissions Of Cultural Landscape - Methods of Landscape Research* 8: 7-20.
- Szilassi P. (2012): Változó tájak: tendenciák, okok, következmények, *Tájvédelmi Füzetek* 2: 69-79.
- Szilassi P., Bata T. (2012): Tájak természetességének értékelése tájmetriai módszerekkel Magyarország példáján, In: Farsang A, Mucsi L, Keveiné Bárány I (szerk.) *Táj - érték, lépték, változás*. Szeged: GeoLitera, 75-84.
- Winter, H.S., Fischer, A. (2010): Relative Quantitative Reference Approach for Naturalness Assessments of forests. *Forest Ecology and Management*, 259, 1624-1632.
- Wrbka, T., Erb, K.H., Schulz, N., B., Peterseil, J., Hahn, C., Haberl H. (2004). Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators. *Land Use Policy*, 21, 289-306.
- Zebisch, F., Wechsung, H., Kenneweg, M. (2004): Landscape response functions for biodiversity—assessing the impact of land-use changes at the county level. *Landscape and Urban Planning*, 67, 157-172.

A kutatást az MTA Bolyai Ösztöndíj is támogatta.



# A DRÁVA MENTI ÁRTÉRI ÉLŐHELYEK ÁTALAKULÁSA

Kiss Tímea – Andrási Gábor

## 1. Bevezetés

A Dráva teljes hazai szakasza nemzeti parki védettséget élvez, ami kiterjed az ártérre és a mederben lévő képződményekre (zátonyok és szigetek) is. Mivel a Dráva védett szakasza több évtizeden át a megközelíthetetlen határsávba tartozott, ezért közvetlen emberi hatásoktól mentes, és így itt háborítatlan növény- és állatközösségek maradhattak fent. A Dráva medre otthont ad a fokozottan védett *dunai ingolának*, a *botos köllöntének* vagy a *drávai tegzesnek*. A mederben lévő zátonyok a pionír növényeknek nyújtanak élőhelyet, közülük kiemelhető a csak itt előforduló *csermelyciprus* és itt költ a *kis csér*. A partot kísérő ártéri ligeterdők fajban gazdagok, közülük több védettséget is élvez a *kígyónyelv-páfrány*, a *téli zsurló*, a *nyugati csillagvirág*, a *kontyvirág*, a *kardos madársisak*, a *piritógyökér* és a *borostás sás* stb., a galériaerdőkben *fekete gólya* és *rétisas* fészkel (Sallai 2004).

A Duna–Dráva Nemzeti célja ezen élőhelyek megőrzése és megfelelő állapotban való fenntartása. Azonban véleményünk szerint az élőhelyek rekonstrukcióját és rehabilitációját nehezíti, vagy éppen lehetetlenné teszik az elmúlt évtizedekben tapasztalható hidro-morfológiai változások. A kutatásban célunk, hogy (1) a Dráva hidrológiai sajátosságait és fejlődési irányát feltárjuk, illetve (2) a hidrológia által irányított morfológiai átalakulást jellemezzük. Ezáltal szeretnénk felhívni az aktív természetvédelem figyelmét arra, hogy a Dráva erősen változó hidrológiai és morfológiai környezetében számítani lehet a vízutánpótlás csökkenésére és ennek következtében egyes élőhelyek erőteljes átalakulására.

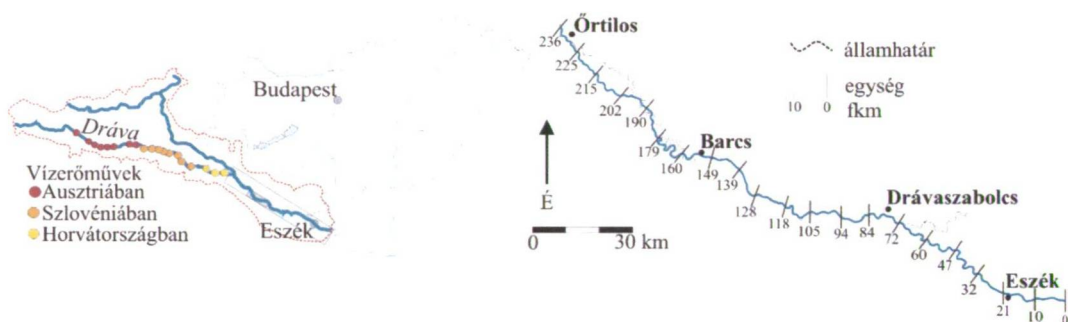
## 2. A Dráva általános jellemzése

A Dráva a Keleti-Alpokból gyűjti össze vizeit (hossza: 749 km, vízgyűjtő területe: 40489 km<sup>2</sup>; Mantuáno 1974), majd Eszék közelében ömlik a Dunába. A Dráva vízgyűjtő területének elhanyagolható része (1%) és teljes hosszának csupán ötöde található hazánk területén. A kutatás során a Mura és a Duna közötti 236 km hosszú szakaszt vizsgáltuk (1. ábra).

A vízgyűjtőn a csapadék éven belüli eloszlása egyenletes, ezért a Dráva vízjárása kiegyenlített. Természetes állapotában árhullámai május-júniusban és mediterrán hatásra novemberben jelentkeztek. A nyári-őszi vízutánpótlás zömét az alpi hó és jég olvadása okozza, így kisvizei tél végén jellemzőek (Mantuáno 1974). A 20. sz. elején még évente 5-9 árhullám is levonult a folyón, bár ezek csupán néhány napig tartottak (így például a rekord magasságú 1972-es árvíz is csupán 10 napos elöntést okozott). Ma már a természetes lefolyást jelentősen befolyásolják a Dráva főmederén megépült víztározók és vízerőművek.



A Dráva esése Mura és a Duna közötti szakaszon közel tizedére csökken (Mantuánó 1974), míg közepes vízhozama megduplázódik (Maribor: 300 m<sup>3</sup>/s, Eszék: 653 m<sup>3</sup>/s). A Dráva hordalék-hozama a természetes állapotához képest jelentősen módosult a 20. században épült vízerőművek hatására. Ezek a műtárgyak a fenékhordalék közel 95%-át csapdázzák (Bonacci – Oskorus 2008), bár a Drávába torkolló Mura némiképp pótolja a csapdázódott hordalékot (Szekeres 2003). A csúcsra-járatott vízerőművek mesterséges árhullámai jelentős eróziót fejtenek ki, amelynek hatására mederpáncélzat alakul ki, ami a 700 m<sup>3</sup>/s-nál nagyobb árhullámok idején felszakad, és az alatta lévő kisebb szemcseátmérőjű hordalék is el tud szállítódni (Szekeres 2003). A Mura torkolata környékén még 6 cm-es kavicsok is előfordulnak a fenékhordalékban, de Barcs alatt már megszűnik a kavics szállítása és a homokos fenékhordalék válik meghatározóvá (Horváth 2002, Varga 2002).



1. ábra. A Dráva erőművek alatti, 236 km hosszú vizsgált szakasza Órtilos és a dunai torkolat között

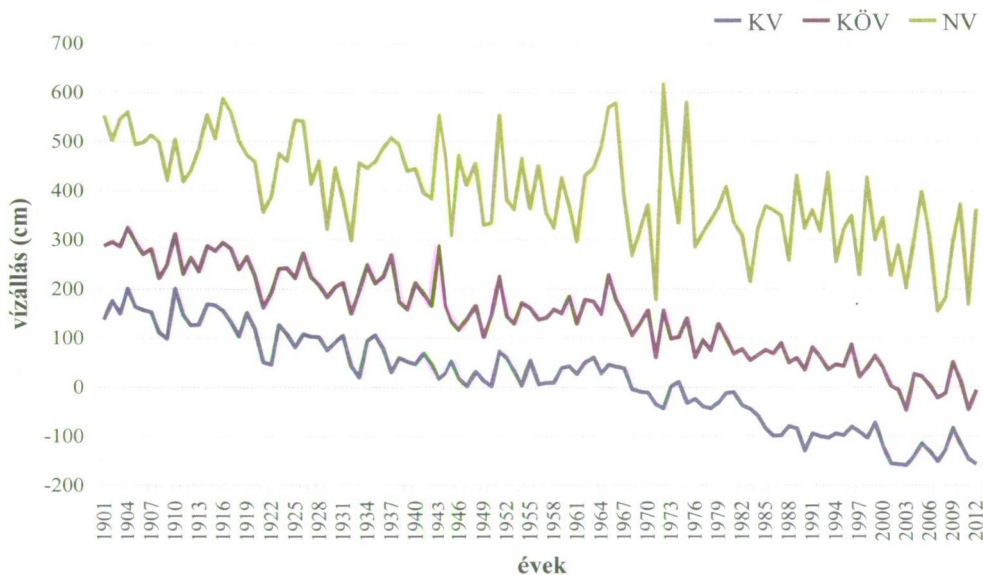
A Drávát az Órtilos és Eszék közötti szakaszon változatos meder jellemzi. A felső szakaszon természetes állapotában a meder akár 1,2 km-nél is szélesebb lehetett (ma már csak kb. 350 m), mintázata fonatos és anasztomizáló közötti átmenetet mutatott. A sodorvonal a nagy esés miatt gyakran változhatott. A nagy szélességhez viszonylag kis mélység (1-2 m) társult. Ugyanakkor az alsóbb szakaszra már a meanderező mintázat jellemző. Itt a meder keskenyebb (180-250 m) és mélyebb, így például a barcsi szakaszon már 7-8 m mély.

Bár a Dráva morfológiáját a vizsgált szakaszon befolyásolják a szabályozások és a kavicsbányászat, hatásuk elenyésző az osztrák, szlovén és horvát szakaszon az 1910-es évektől kezdve megépült vízerőművek és tározók (22) hatásához képest. Az utolsó erőműveket Horvátországban építették (1975, 1982 és 1989). A legalsó, csúcsra-járatott Donja Dubrava-i erőmű hatására az őrtilosi szelvényben akár napi 1,5 m-es vízszíntingadozás is megfigyelhető, mely lefelé egyre jobban ellaposodik, de még Barcsnál így is napi 50-70 cm a „mini árhullámok” nagysága (Horváth 2002, Kiss – Andrási 2011).



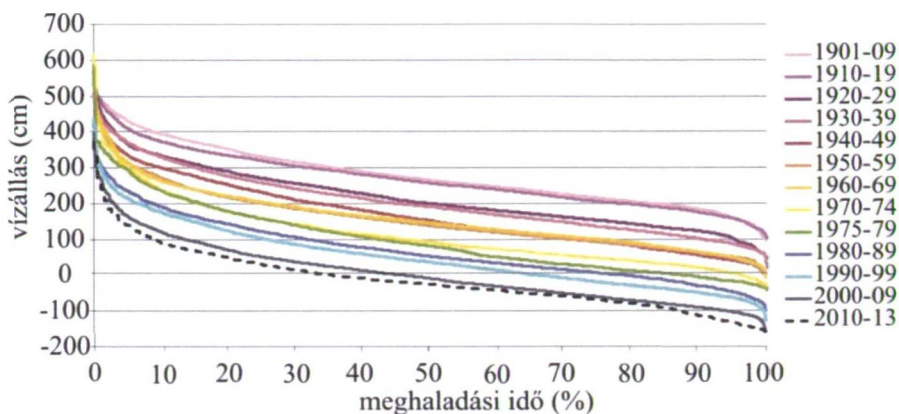
## 2. A Dráva hidrológiájának változásai

A vízállások alakulását a Dráva barcsi vízmércéje alapján mutatjuk be, mivel innen hosszabb vízállás- és vízhozam adatsor áll rendelkezésre. A vízállás-adatsor (1901-2012) három főbb időszakra osztható. Az *első időszakban (1901-1917)* 508 cm körüli nagyvizek (árvizek) voltak jellemzőek, és a közép- és kisvizek szintje is közel állandó volt (átlagos KÖV: 275 cm, KV: 150 cm), csökkenő trendet nem mutattak (2. ábra). Ekkor még gyakorlatilag minden évben jellemzőek voltak az árvizek, amelyek évente 2-3 hétre (a maximum 1904-ben 54 nap volt) elborították az árteret. Ezek az árvizek rendszerint nem egyszerre vonultak le, hanem több rövid árhullám formájában, amit mutat, hogy az árvizek átlagos visszatérési ideje 4-6 hónap volt.

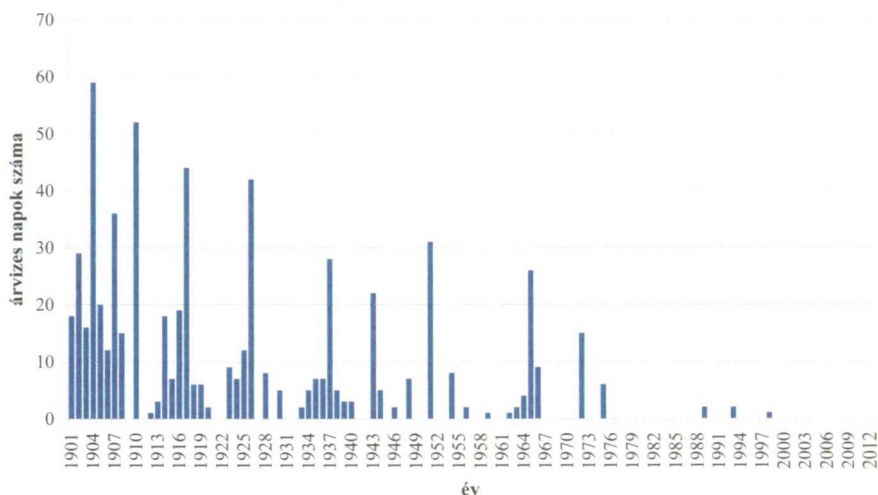


2. ábra. Jellegzetes vízállások (NV, KÖV és KV) alakulása a barcsi vízmérce adatai alapján

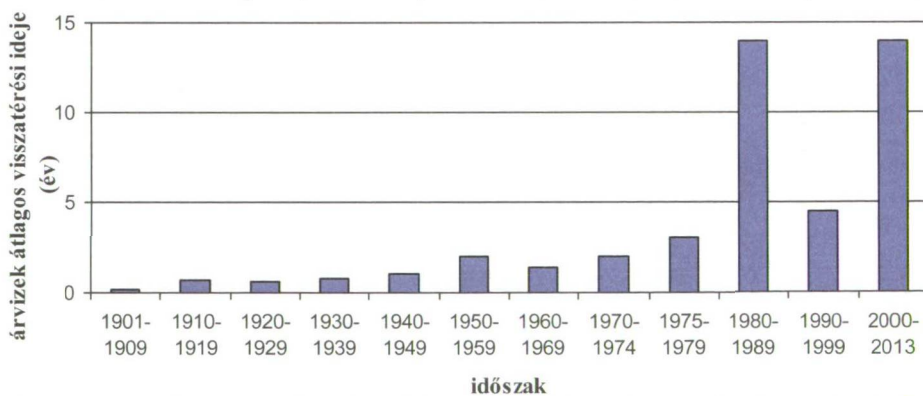
A *második időszakot (1918-1967)* folyamatosan negatív rekordokat elérő éves vízállások jellemzik. Az átlagos középvizek és a kisvizek szintje 90-100 cm-rel süllyedt, amit a különböző gyakoriságú vízállásokhoz tartozó vízszintek görbéinek folyamatos lejjebb tolódása is jelez (3. ábra). A vízszintek alászállását mutatja, hogy csaknem az összes gyakorisági kategóriához (10-90 %) tartozó vízszint értékek csökkentek, egységesen közel kb. 110 cm-rel. Az árvizek egyre rövidebbé váltak, gyakran el is maradtak. Így míg az időszak elején egy évben akár 42 nap is lehetett árvizes (1926-ban), és árvizekre félévente lehetett számítani, addig az időszak végére már csupán 26 napig volt az ártér víz alatt az extrémén árvizes 1965-ös évben, és visszatérési idejük is 1,4-2 évre nőtt (4.a és 4.b ábra).



3. ábra. Különböző gyakoriságú vízállásokhoz tartozó vízszintek (meghaladási valószínűség-görbék) alakulása Barcsnál



4.a ábra. Az árvíz napok (>420 cm) számának alakulása Barcsnál (1901-2012)



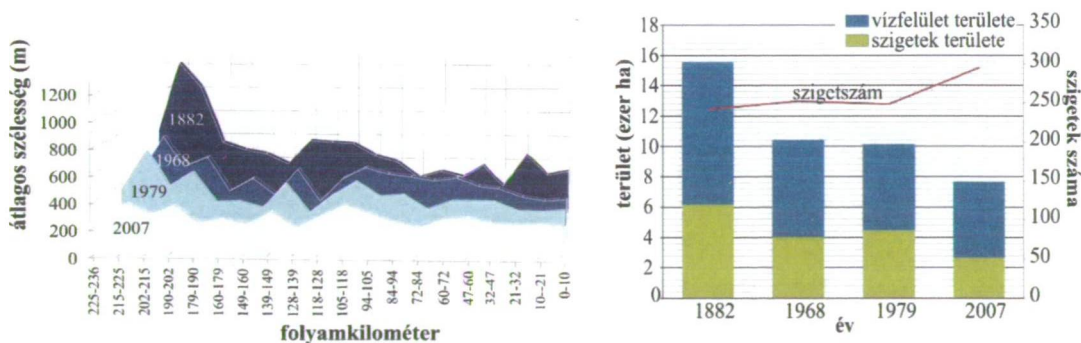
4.b ábra. Az árvízek visszatérési ideje (év) évtizedenként a barcsi vízmérce adatai alapján



A harmadik időszakban (1968-2012) a korábban meginduló folyamatok fokozódása jellemzi, amelyek különösen felgyorsultak a Donja Dubravai Erőmű 1989-es üzembe helyezését követően. A kis- és közepes vizek átlagos szintje a korábbi időszakhoz képest 130 cm-rel csökkent, míg az éves nagyvizek 174 cm-rel. Az egyes gyakorisági kategóriákhoz tartozó vízállásértékek csökkenése a legkifejezettebb az időszak elején volt. Ekkor, az 1970-1975-ös években a vízszintek közel 50-60 cm-rel csökkentek. Így ma már az 50 %-os meghaladási valószínűségű vizek nem érik el a korábban 90%-os meghaladási valószínűségű vizek szintjét sem (3. ábra). Sőt, a 2000-2010-es évtizedben az időszaknak csupán 30 %-ában érte el, vagy haladta meg a vízállás a 38 cm-t, míg az 1900-as évek elején minden nap vízállása 97 cm felett volt, és még az 1960-as évtizedben is ezt a vízállást a napok 90 %-ában meghaladta a Dráva szintje. Ebben a 45 év hosszúságú időszakban csaknem teljesen elmaradtak az árvizek, hiszen összesen csupán 5 évben lépett ki a Dráva az árterére, és akkor is csupán 1-2 napra (4.a és 4.b ábra). Így ma már az árvizek visszatérési ideje (5-15 év) gyakorlatilag alig értelmezhető, hiszen a valódi árvizek elmaradnak, még olyankor is, amikor rekord mennyiségű hó tárolódik a vízgyűjtőn egészen késő tavaszig (mint például 2013-ban). A vízállások ilyen tendenciája eléggé kétségessé teszi a Dráva mentén bármilyen árter-rehabilitációs munka sikerességét és fenntarthatóságát.

### 3. Szigetfejlődés és a meder mintázat megváltozása a Dráván

A Dráva mederszélessége folyamatosan csökken a 19. sz. vége óta (5. ábra), ami kapcsolatba hozható a mederszabályozási munkákkal is. Míg az 1880-as években a Mura és Duna közötti szakasz átlagos szélessége 513 m volt, addig 2007-ben ez már csak 256 m. Bár a szűkülés az 1880-as évek óta folyamatos, átlagos mértéke 1967-ig csupán 1,7 m/év ütemű volt, majd a horvát tározók üzembe helyezésekor 3,6 m/évre nőtt (1967-1978), azóta pedig 2,0 m/évre csökkent. Különösen intenzív a mederszűkülés az Őrtilos alatti szakaszon (179-235 fkm), amelyek a legelső tározótól 19-75 km-re vannak.



5. ábra. A Dráva vizsgált egységeiben az átlagos szélesség alakulása, illetve a szigetek területének és számának változásai 1882 és 2007 között

Mivel a Dráva medrét szigetek tagolják, ezért nemcsak a két partvonal távolságát, hanem a vízfelszín területét is megvizsgáltuk. Ez a vizsgált közel 130 év alatt közel a felére (-47 %) csökkent, amelynek legintenzívebb (63 ha/év) időszaka szintén 1967-1978 volt.

A medermintázat fontos összetevője a *mélység* is. Sajnos keresztmetszelvény csak a Bélavár és Barcs közötti szakasról van, és csak két (1972 és 2006) felmérésből (Kiss et al. 2011). Azonban ezek azt mutatják, hogy a meder átlagmélysége 4,5 m-ről 5,2 m-re nőtt, miközben a sodorvonal is egyre kifejezettebbé vált. Tehát a meder bevágódott, melynek üteme (2 cm/év).

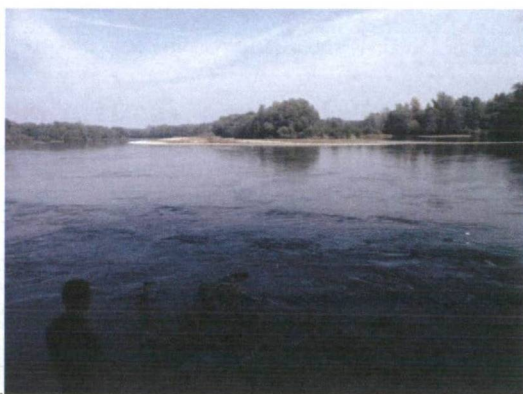
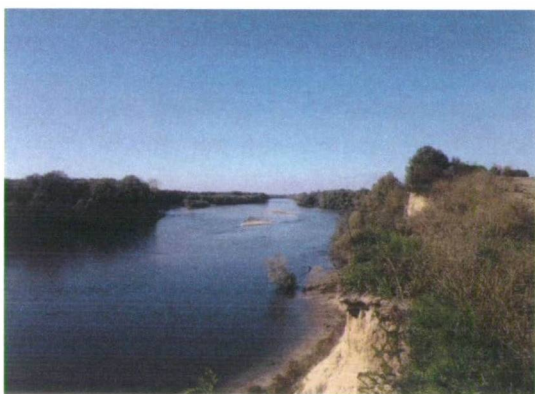
A Dráva különleges morfológiai értékei a *szigetek*, hiszen napjainkig csak néhány hazai folyókban maradtak fent. A Dráván a szigetek igen dinamikusan változnak, az őket határoló mellékágak eltömődésével a partba olvadnak, miközben a mederben újak jönnek létre (Kiss és Andrási 2014). Megfigyelhető, hogy a Mura és a Duna közötti szakaszon a szigetek száma növekedett (6. ábra). Ugyanakkor a szigetek területe erőteljesen (65-67%-al) lecsökkent, amely különösen kifejezett az 1979 óta eltelt időszakban. Ez arra utal, hogy a szigetek jellege megváltozott. Míg az 1880-as években jellemzőek voltak a nagyméretű ( $T_{\text{atl}}$ : 118 ha) ártéri szigetek, amelyeket mellékágak hálózata és morotvák választottak el egymástól és a parttól, addig napjainkra ezek a szigetek zömében a partba olvadtak a mellékágak eltömődésével, vagy a főmeder bevágódása miatti szárazzá válásával (6. ábra). Ugyanakkor a mederben egyre több és apróbb (1880  $T_{\text{atl}}$ : 11,2 ha; 2006  $T_{\text{atl}}$ : 5,8 ha), a sodorvonalat rendszerint megosztó sziget jelent meg. A nagy szigetek eltűnésével és a mellékágak funkció-vesztésével a főág egyre kifejezettebbé vált. Ebben az egységesebb főágban jelentek meg a korábbinál kisebb zátonyok, amelyek szigetekké váltak. Mivel a főág nagyobb energiájú környezet, ezért az itt megjelenő szigetek kisebbek és elnyúltabbak. A zátonyokból történő szigetképződésben nagyon nagy szerepe van a csökkenő vízszinteknek és a bevágódásnak, hiszen csak így lehetséges, hogy a korábban vízzel borított mederközepe zátonyok a vízszint fölé kerüljenek és felszínüket stabilizálja a növényzet.

Bár a szigetek egymásba és a partba olvadása egy természetes szigetfejlődési ciklus része és nem feltétlen csak az erőművekhez köthető, mégis a legtöbb sziget partba olvadása 1979 után, azaz a horvátországi erőművek üzembe helyezésével következett be, hiszen a vízszintek alászállásával az őket határoló mellékágak elveszítették vízutánpótlásukat és elhaltak. Azonban a sodorvonalban azóta képződött szigetek száma is folyamatosan csökken, mivel a tározóterekben csapdázott hordalék miatt az alsóbb szakaszon az akkumuláció háttérbe szorul, és a meder bevágódik. Ezt a partomlások sem tudják ellensúlyozni, ahonnan egy-egy omlás-csuszamlás révén tekintélyes mennyiségű anyag juthat a vízbe. Azonban ez nem kavicsos, hanem finomszemű hordalék-utánpótlást jelent, ami a hordalék szemcseméret-spektrumának jelentős eltolódását eredményezi (1. és 2. kép).

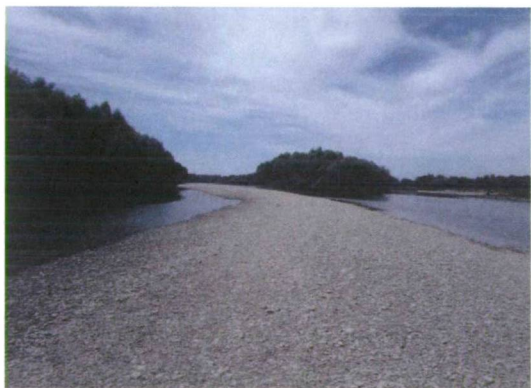
Az erőművek folyásirányban egyre gyengülő hatásával áll kapcsolatban a meder és a szigetek folyásirányban történő trendszerű változása is, hiszen a legjelentősebb morfológiai átalakulás az erőművektől csupán 19-75 km-re lévő (179-235 fkm) szakaszon történt. Ez a szakasz volt a színtere a legintenzívebb mederszűkülésnek, a legdinamikusabb



szigetképződésnek és partba olvadásnak is. Míg természetes állapotban ezen a szakaszon az 1880-as években akár 1,2 km-nél is szélesebb volt a meder, addig napjainkra a maximális szélesség már csupán 355 m, a vízfelszín területe is negyedére-felére csökkent (6. ábra). Itt a mellékágak döntő hányada elveszítette funkcióját a vízszintek alászállása miatt, így az általuk határolt, rendszerint nagyméretű ártéri szigetek döntő többsége már a parthoz vagy egymáshoz kapcsolódott. Az 1881-as években egy-egy 10 km hosszú egységben 21-25 sziget fordult elő, többségük egymás mellett. A tározókhoz közelebbi szakaszon (225-235 fkm) a szigetek száma harmadára, míg területe negyedére csökkent. Ugyanakkor a szigetképződés felgyorsult az ez alatti szakaszon (205-225 fkm), hiszen számuk megduplázódott, bár teljes területük majd felére csökkent és egymástól távolabbra sodródtak. Az 1979 óta egységessé vált mederben csupán néhány kisebb sziget képződött a sodorvonalban (3-5 sziget/5 km), a szigetek többsége egyre jobban egymáshoz és a parthoz közeledett, majd lassan egymásba olvadnak (3. és 4. kép).



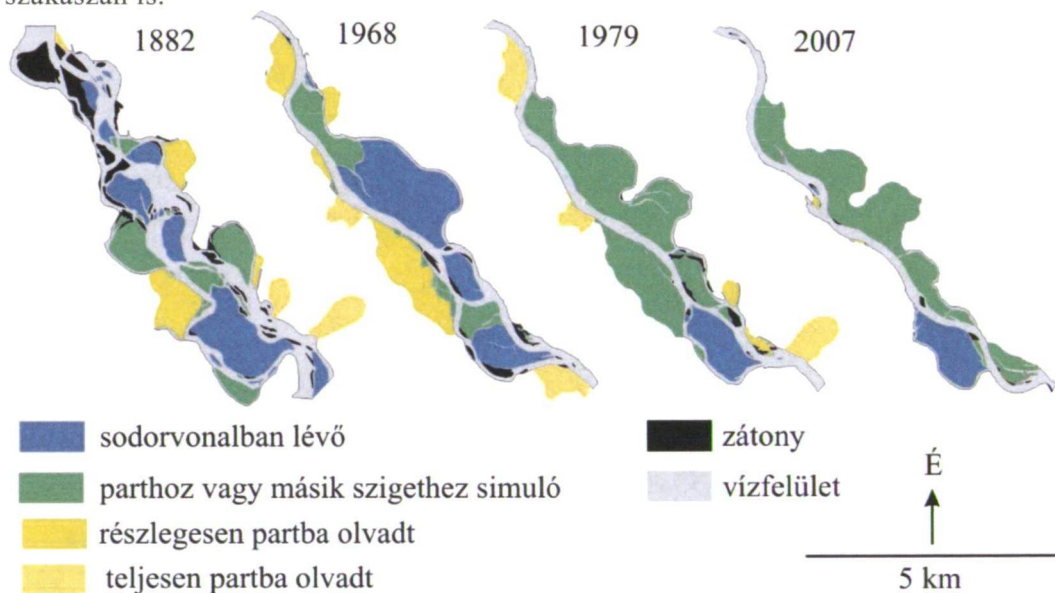
*1. és 2. kép. A Dráva szakadó partja Bolhónál és örvények Ferdinandovac-nál*



*3. és 4. kép. Az épülő kavicsátonyok leszűkítik a medret Sigetec-nél*

A Dráva Barcs alatti szakaszát (0-150 fkm) a kanyarulat-átvágások és a sarkantyú-építések is érintették. Emiatt a mederszűkülés nem egyértelmű, ugyanis a vezérárkok intenzíven szélesedtek és a laterális erózió által termelt mederanyag

néhány kilométerrel lejjebb fokozott mederközepi zátony- és szigetképződést generált. Azonban a mederrendezéssel nem érintett egységekben (94-150 fkm) megfigyelhető, hogy a vízfelszín területe és a meder szélessége is átlagosan a felére csökkent. Itt is egyre több és kisebb sziget jött létre, bár számuk és területük folyásirányban lefelé csökkenő tendenciát mutat. A kanyarulat-átvágások ezen a szakaszon nagyszámú ártéri szigetet eredményeztek, de a régebbi átvágások szigetei mára már teljesen a partba olvadtak. A szigetek gyors partba- és egymásba olvadását segítik elő mellékágakat elzáró és a főmedret szűkítő sarkantyúk. Összességében tehát napjainkra a formakincs folyamatosan egyre egyszerűsödik a Dráva alsó szakaszán is.



6. ábra. A Donja Dubravai Erőműhöz közel levő folyószakasz (236-225 fkm) szigeteinek fejlődési típusai 1878 és 2007 között

Tehát a legnagyobb mértékű változások a horvát erőművek üzembe lépése utáni időszakról figyelhetőek meg, melyek kétségtelenül kapcsolatban állnak az erőművek vízjárás és hordalékháztartás módosító szerepével. A meder és a szigetek átalakulása miatt az 1970-es évek vége óta jelentősen mérséklődtek a különbségek a felső és alsó szakasz között. Ennek eredményeképpen a Dráva vizsgált (236 km hosszú) medre egységesebbé vált, morfo-dinamikai változatossága mérséklődött. Ugyanakkor a nagyméretű szigetek partba olvadása és a kisebb mederközepi zátonyokból létrejövő szigetek kialakulása a morfológiai átalakulást jelzik. A szigetek folyásirányban egyre nagyobb távolságra kerültek egymástól, amit jól mutat, hogy korábban a szigetek fele, ma már csak harmada van egymás mellett. Mivel az egységesebb és nagyobb energiájú mederben maradnak fenn és képződnek a szigetek, egyre inkább jellemző rájuk a megnyúlt alak.



#### 4. A hidrológiai és morfológiai változások értékelése az élőhelyek átalakulása szempontjából

A vízállások alászállása, a meder bevágódása és az árvizek elmaradása miatt az alacsonyabb ártéri szintek vízháztartásának átalakulása várható. Mivel a korábban gyakori elöntések megszűnnek, az ártér talajai és mikroklímája is szárazabbá válik, a talajvízszint lecsökken. Ez egyértelműen a puhafás ligeterdők átalakulását, illetve bizonyos fajok visszaszorulását vonja maga után. A Dráva főmedrének bevágódása miatt az átfolyások és morotvák vízutánpótlása is mérséklődik, illetve a mellékágakban áramló víz sebessége és vízszintje is lecsökken, csupán a mélyebb szakaszokon lehet számítani pangóvizek fennmaradására.

A meder bevágódásával és a vízszintek süllyedésével a korábban időszakos vízborítás alatt álló kavics- és homokzátonyok is átalakulnak, hiszen a vízborítás hiányában megtelepszik rajtuk a növényzet. Így bár a kavicszátonyok kiterjedése csökken, szigetté válhatnak, és ezek az alacsonyabb térszínek adhatnak otthon a puhafás ligeterdő fajainak. Ugyanakkor a kavicszátonyok lassú eltűnésével a rajtuk kialakult élő- és fészkelő-helyek is veszélybe kerültek. Ezt csak tovább fokozzák a naponta kialakuló mini-árhullámok, amelyek az őshonos élőlények elterjedésének nem kedveznek.

#### Irodalom

- Bonacci O., Oskorus D. (2008): The influence of three Croatian hydroelectric plants operation on the River Drava hydrological and sediment regime. *Environmental Earth Sciences* 59/8, 1661-1670.
- Horváth G. (2002): A Dráva folyó magyar-horvát szakaszának hidrológiai, jellemzése az EU keretirányelvének figyelembevételével. In: *Az EU Víz Keretirányelvének bevezetése a Dráva vízgyűjtőjén c. tudományos tanácskozásának összefoglalója*, MTA PAB, Pécs
- Kiss T., András G. (2011): A horvátországi duzzasztógátak hatása a Dráva vízjárására és a fenékhordalék szemcseösszetételének alakulására. *Hidrológiai Közlöny* 91/5, 17-29.
- Kiss T., András G. (2014): Morphological classification and changes of islands on the Dráva River, Hungary-Croatia. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 9/3, 33-46.
- Kiss T., András G., Hernesz P. (2011): Morphological alteration of the Dráva as the result of human impact. *AGD Landscape and Environment*, 5/2, 58-75.
- Mantuano J. (1974): A Dráva vízjárásának vizsgálata. *Vízügyi Közlemények*, 56, 3, 368-401.
- Sallai Z. (2004): A drávai táj természeti értékei. *Nimfea tanulmánykötetek* 3, Túrkeve, 180.
- Szekeres J. (2003): A Dráva hordalékjárásának vizsgálata a legfrissebb adatok figyelembevételével. *Összefoglaló jelentés*, Budapest, VITUKI.
- Varga D. (2002): A Dráva völgy hidrológiája. In: Iványi I., Lehmann A. (szerk): *Duna-Dráva Nemzeti Park, Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 126-133.

# A ZENFE (ZÖLD ENERGIA FELSŐOKTATÁSI EGYÜTTMŰKÖDÉS) KERETÉBEN AZ ENERGIA HASZNOSULÁS JAVÍTÁSA ÉRDEKÉBEN VÉGZETT VIZSGÁLATOK

*Gálfi Márta – Radács Marianna – Molnár Zsolt – Pál földi Regina – László Anna –  
Juhász Anna – Miczák Péter – Rácz László\**

## 1. Bevezetés

A társadalmak forrás igénye – amely jelenleg anyag és energia tekintetében végláthatatlanul emelkedő tendenciát mutat – számos problémát generált. Munkacsoportunk a ZENFE projekt keretében egyrészt olyan, a széndioxid kibocsátást csökkentő megoldások (alternatív energiahordozók lakossági alkalmazása, zöld egyetem, ökoiskola és zöld óvoda programok kialakítása és audittal társult kutatása, stb.) alkalmazáshasznosítási eredményét vizsgálta, amellyel a környezetállapot karbantartását támogathatjuk. Az üvegház hatású gázok okozta objektív problémakörnek tanulmányozására 50 éves adatrendszer követési bázisát hoztuk létre a dél-alföldi régió klimatikus adataiból, mely kutatócsoportunk saját vizsgálati adatrendszerét képezi. Másrészt az modellek segítségével kutatni kívántuk a környezetet terhelő anyagok (pl. xenobiotikumok), energiák (pl. elektromágneses) és biológiai (szupra- és infra-individuális) rendszerek hatásait azzal a céllal, hogy képesek lehessünk monitoring rendszereket kialakítani, amelyekkel a társadalmak által indukált környezetrendszer változásokat követhetjük. Ezután a vizsgálati munkáinkkal szerzett objektív ismeretek birtokában képesek leszünk megtervezni az alkalmas beavatkozási mintázatok megjelenítését is.

Munkánk során olyan kooperációk (hazai és nemzetközi partnerekkel felsőoktatási és ipari együttműködések) kialakítására törekedtünk, amelyekkel egy minőségközpontú szervezeti magatartás igényeinek megfelelően a vázolt tématerületek vizsgálati eredményeit felsőoktatási szervezeti és képzési (struktúra és funkció) rendszerünkbe integráltuk, amit folyamatosan karban is kívánunk tartani. Így számos kutatási eredményünket (pl. épületenergetikai felmérések, megújuló energia-hasznosítási módok, zöld szervezeti funkciók kialakítása, stb.) a képzési feladatok megvalósításába építettünk bele (LCA kurzusok, „elektroszmog” hatásainak bemutatását célzó tantárgyi keretekben, valamint a nyitott – külső partnerekkel végzett – bűnmegelőzési feladatellátások képzési területein, stb.).

A projektben vállalt jelentős eredményeinket jelentik még azoknak a zöld energia-hasznosítási célterülethez köthető felfedező és alkalmazói kutatások, amelyek közül az elektroszmog hatásainak tanulmányozásához kapcsolható munkáinkról kívánunk tömören informálni a következőekben.

---

\* A kutatást az SZTE JGYPK Környezet- biológia és Környezeti Nevelési Tanszékhez kapcsolódó kutatócsoport végezte



## 2. Anyagcsere- és immun folyamatok, mint alkalmas monitoring eszközök

A környezeti terhelések az élő organizmusok anyagcsere folyamatait erősen módosítják, ugyanis folyamatos és gyors alkalmazkodási mintázatok kialakítására kényszerítik a homeosztatisztikus rendszereket. A környezeti expozíciók: fizikai és/vagy kémiai és/vagy biológiai jellegűek lehetnek, melyek hatására az élő rendszerek megváltozott (minőségi és/vagy mennyiségi paraméterekkel jellemezhető) anyagcsere termékeket állítanak elő. Ebben a folyamatkaszkádban igen gyorsan és ugyanakkor sokszor szélsőségesen eltolódó biológiai rendszermódosulások következnek be, amelyek számos szerv, szervrendszer és ezek együttes működését jellemző egyed-szinten is detektálható változásait okozzák.

Ismeretes, hogy humán vonatkozásban a krónikus májbetegségek okaiként már vizsgálták a vázolt expozíciókat. Ugyan elsősorban a máj funkció romlásának közvetlen okaiként a kémiai (pl. toxikus anyagok) és biológiai (pl. hepatitisz vírusok) jellegű környezeti hatásokat tekintették, de ma már a fizikai energiaközlési formáknak az említettekkel kombinált hatásai sem elhanyagolhatók.

Így került kutatásaink fókuszába például az „elektroszmog” (olyan, a társadalmi tevékenységek kapcsán az elektromos berendezésekből kibocsátott elektromágneses sugárzás, mely a természetes elektromágneses háttér változását okozza), mint hepatotoxicitást erősítő hatás.

Amikor az egyed (pl. ember) a környezetben lévő kémiai ágensekkel kerül kapcsolatba, akkor az illető szerv, amely a lebomlás során érintett detoxikáló funkciót ellátja, biztosan érintetté válik, valamint a kapcsolt irányítási funkciókért felelős szervek is (pl. immunrendszer). Így, a májsejtek intra- és extracelluláris folyamatai, valamint a sejtes immunitásért felelős T-Lymphocyták igen jelentős vizsgálati célterületek.

Mivel a környezeti terhelések, expozíciók a szociális és technikai urbanizáció következtében egyre nagyobb mértékben fordulnak elő azokban az esetekben, amikor nem akut toxicitással állunk szemben, legtöbbször a biomagnifikáció (pl. a perzisztens kemikáliák táplálékláncban történő feldúsulása) révén megfigyelhető krónikus hatásokról beszélhetünk. Ilyen események a policiklusos aromás szénhidrogének esetén ismert promutagén (a mutációt kiváltó vegyületet maga a szervezeti metabolizmus állítja elő), vagy mutagén hatások. Sok esetben karcinogenitás és embriotoxicitás is igazoltta vált a fenti vegyületekkel kapcsolatban. Természetesen a detoxikálást végző szervrendszer eleinte csak funkcionálisan, majd strukturálisan is érintett ebben a folyamatkaszkádban. Viszont a kooperatív mechanizmusokkal a pszicho- és/vagy neuro és/vagy endokrin és/vagy immun folyamatláncolatok is érintetteké válnak, fixálják, esetlegesen erősítik az ökotoxikológiai hatásokat.

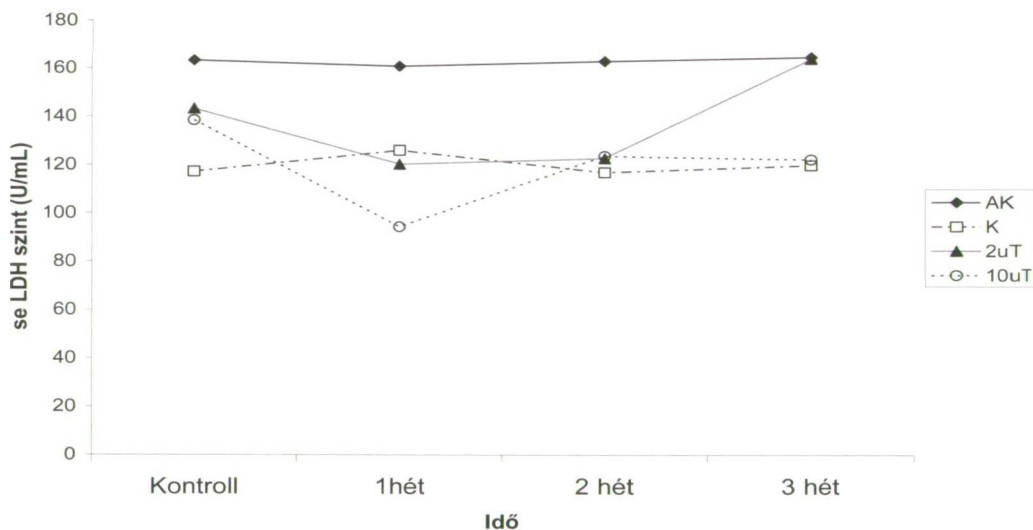
A gerincesek az evolúció legkomplexebb detoxikáló funkcióit prezentáló szervvel, a májjal rendelkeznek. Ebben a kontextusban a humánpatológiai adatok és vizsgálatok képviselik jelenleg a legmegbízhatóbb és legkiterjedtebb adatrendszert az expozíciókról, a megbetegedésekről, a diagnosztikai lehetőségekről, a kezelésekről és az ok-okozati mechanizmusokról májra vonatkozóan, melyeket vizsgálataink során felhasználtunk.

Így vált ismerté pl. a tumorok kialakulása során az előzetes expozíciót okozó ágensek sejtbe történő felvétele milyen biokémiai mechanizmusokkal történhet,

valamint, hogy az intracelluláris targeting milyen modifikációk révén fejti ki kedvezőtlen hatásait. Továbbá a lymphocyták esetében a sejtmembrán receptorok és az anyag/energia transzferek rendszer modifikálásának érintettsége egyes expozíciók után. Hasonlóan ismert tény az is, hogy, a peroxisoma membrán pumpa expozíciónális érintettsége a májban olyan mutációkat indukálhat, amelynek eredményeként cerebro-hepato-renal diszfunkciók alakulnak ki. A membránok tehát folyamatosan módosulnak az expozíciós érintettségek alatt, ami a sejtciklus eseményeihez kötődő struktúra-változásokkal is kooperál.

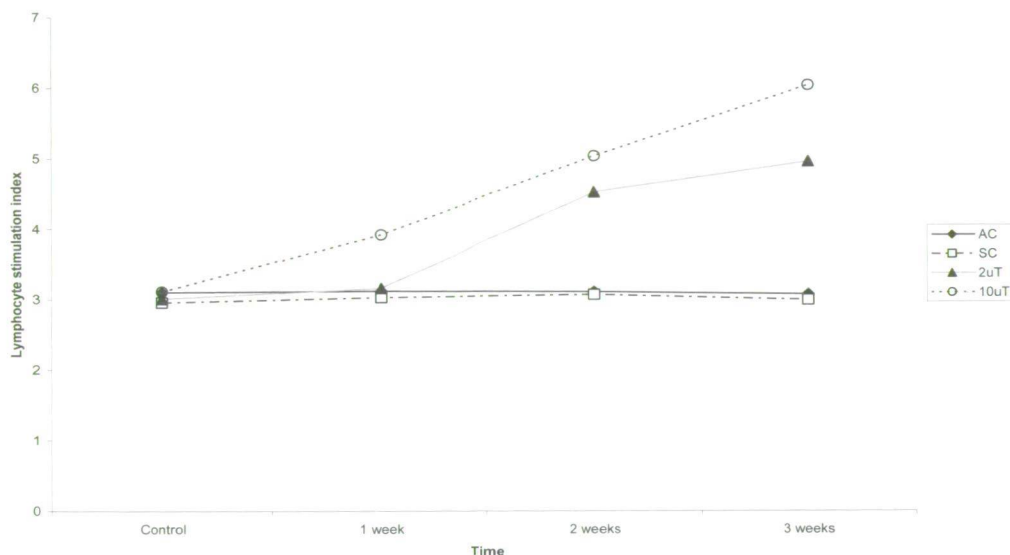
Könnyen belátható, hogy a sejtek integritása és funkcionális potenciálja a földi feltétel-háttér (környezet) által determinált, amelyet az elektromágneses (EM) háttér is meghatároz. Amennyiben ez a háttérsugárzás pl. társadalmi tevékenységek kapcsán megváltozik (pl. elektroszmog) a biológiai membránok és a hozzájuk determináltan kapcsolt biológiai funkciók is megváltoznak. Így nem tekinthetjük elhanyagolhatónak azokat az elektromágneses-háttér módosulások következtében detektálható eltéréseket, amelyek a társadalmak működésével függenek össze.

Kutatásaink során vizsgáltuk extrém alacsony frekvenciájú (60 Hz) és dózisú (2-10  $\mu$ T) elektromágneses energiaterhelések (eLEM) hatásait egészséges gerinces (Meleagris gallopavo) modelleken (azok hepato-toxicitási paramétereinek: LDH: laktát dehidrogenáz enzim aktivitás és sejtes immunfunkciók (Lysi: T-Lymphocytá stimulációs aktivitás módosulását) 0-3 hét időtartamos krónikus kezelés hatásainak követésével.



1. ábra. Extrém alacsony energiataralmú elektromágneses háttérsugárzás változásainak hatása az LDH közvetítette májfunkciókra 1-3 hetes krónikus kezelési rendszerben (AK: abszolút kontroll, K: 0 napos kezelési kontroll, 2 $\mu$ T : kezelési dózisú minta; 10 $\mu$ T : kezelési dózisú minta)





2. ábra. Extrém alacsony energiatartalmú elektromágneses háttér sugárzás változásainak hatása a sejtes immunfunkciók (Lysi) változásaira 1-3 hetes krónikus kezelési rendszerben (AK: abszolút kontroll, K: 0 napos kezelési kontroll, 2μT: kezelési dózisú minta; 10μT: kezelési dózisú minta)

Az itt megjelenített eredmények alátámasztják, hogy nem elhanyagolható hatású a krónikus elektroszomog terhelés a biológiai rendszerek vonatkozásaiban, ugyanis azokat igazolhatóan módosítani képes.

Mindez igazolja, hogy a társadalmak energiahasználata kapcsán keletkező elektromágneses (pl. hő, EM) energiaterhelések csökkentése indokolt, aminek igazolását jelen ZENFE projekt is célzott. Továbbá nemcsak az ismert anyag és energia terhelések csökkentésének megvalósításával, hanem azon energiaterhelés típusok feltárását is célozta a ZENFE projekt, amelyek jelenleg még nem kerültek kutatások fókuszába. Ebben a projektmunkában munkacsoportunk az elektromágneses mezők hatásainak kutatásával ezt a projektet, mint megvalósítandó területet vizsgálta.

## Irodalom

- Tiwari R, Lakshmi NK, Bhargava SC, Ahuja YR. (2014): Epinephrine, DNA integrity and oxidative stress in workers exposed to extremely low-frequency electromagnetic fields (ELF-EMFs) at 132 kV substations. *Electromagn Biol Med*, [Epub ahead of print]
- Mahram M, Ghazavi M. (2013): The effects of extremely low frequency electromagnetic fields on pregnancy and fetal growth, and development. *Arc Iran Med* 2013; 16(4) 221-224.
- Consales C, Merla C, Marino C, Benassi, B. (2012): Electromagnetic fields, oxidative stress, and neurodegeneration. *Int J Cell Biol*, 2012:683897.
- Cui Y, Liu X, Yang T, Mei YA, Hu C. (2014): Exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields inhibits T-type calcium channels via AA/LTE4 signaling pathway. *Cell Calcium*, 55(1), 48-58.